عنوان الكتاب : علم النبات

المؤلــــــف : محمد عزوز

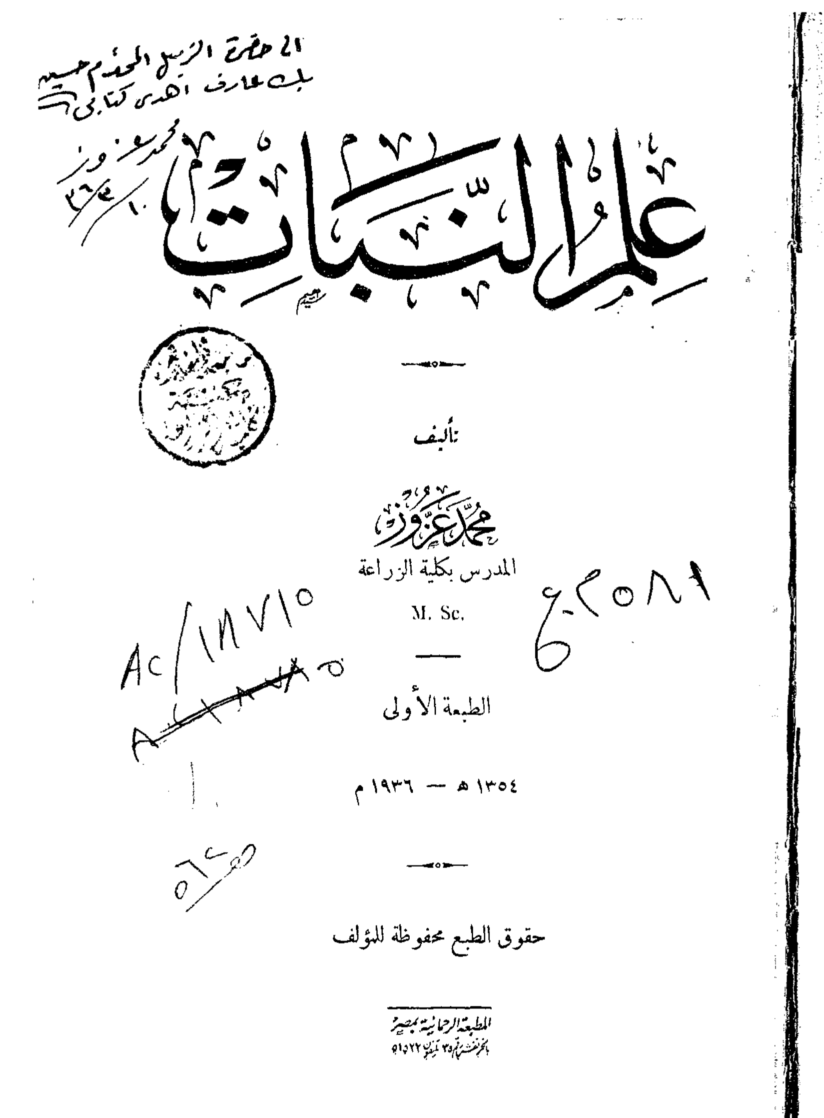
سنة النشــر : ١٩٣٦

رقم العهــدة : هــ ٥٦٢

الــ ACC : ١٨٧١٥

عدد الصفحات : ٣٥٢

رقم الفيلـــم : ١٦



علم النبات

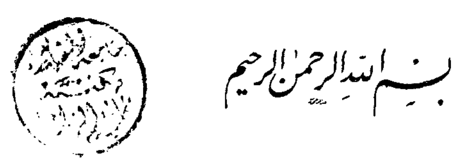
تأليف

محمد عزوز
المدرس بكلية الزراعة
M. Sc.

الطبعة الأولى

١٣٥٤ هـ — ١٩٣٦ م

المطبعة الرحمانية بمصر
بالخرنفش نمرة ٣٥ تليفون ٥١٥٢٢



بسم الله الرحمن الرحيم

نحمدك يا ميسر الأمور . ومذلل الصعاب . ونثنى على رسولك محمد خير هاد إلى سبيل الرشاد ، وبعد

لما رأيت أن الطلاب يعوزهم فى هذه المادة كتاب يجمع شتات المواضيع وأطراف البحوث وطدت العزم على إخراج هـذا المؤلف متبعاً فى تقسيمه الطريقة التى تدرس فى السنة الأولى بكلية الزراعة وقسمته إلى ستة أبواب تناولت فى الباب الأول الشكل الخارجى للنبات وهـذا ما يعرف باسم « المورفولوجيا » ـ وفى الثانى التشريح الداخلى وهذا ما يعرف بعلم « الأناتومى » ـ وفى الثالث الوظيفة التى يقوم بها كل عضو وهذا ما يعرف باسم «الفسيولوجيا» ـ وفى الرابع البيئة وتأثيرها فى النبات وهذا ما يعرف بعلم « الأكولوجى » ـ وفى الخامس تقسيم المملكة النباتية إلى أقسامها ـ وفى السادس تكاثر النباتات

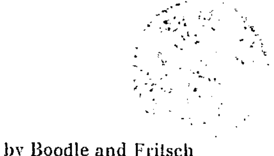
ولقد توخيت فى هذا الكتاب السهولة فى الألفاظ والأطناب فى المواضيع وزينت كل موضوع بما يزيل إبهامه و يشرح غامضه من الرسوم التى عمل بعضها خاصاً بهذا الكتاب وبعضها أخذ من مراجع أجنبية سنذكرها بعد

ولا أريد أن أتكلم عما بذلته من جهد وعناء بل أترك تقدير ذلك للمطلعين

ولئن تقدمت لأحد بالشكر فما أحرى من أن أتقدم به إلى صاحب العزة أستاذى محمود توفيق بك حفناوى أستاذ النبات وعميد كلية الزراعة إذ تفضل فسمح لى بأخذ بعض أشكال (٧١ ، ٩٢ ، ٩٥) من علم النبات تأليف عزته مع حضرة الزميل المحترم احمد افندى رفعت مدرس علم النبات بكلية الزراعة

كما أنى أخص بالشكر كل من مد لى يد المساعدة فى تأليف هـذا الكتاب من زملائى وغيرهم .

ولعلى أكون قد قمت ببعض الواجب للمشتغلين بهـذا العلم ، والله أسال التوفيق والرضاء .



المراجـــع

(1) Solereder's systematic Anatomy of The Dicotyledons — by Boodle and Fritsch

(2) The Dispersal of Plants Throughout The World — by H. N. Ridley

(3) Strasburger's Text-Book of Botany — Rewritten by Dr. Hans Fitting, Dr. Ludwig Jost, Dr. Heinrich schench, Dr. George Karsten

(4) Botany of the living Plant — by F. O. Bower

(5) Palladin's Plant Physiology — by Livingston

(6) Water Plants — by Agnes Arber

(7) Physiological Plant anatomy — by Haberlandt

(8) A Text book of Botany — by Small

(9) Text - book of Botany — by Lowson

(10) An Introduction to the Study of Plants — by Fritsch and Salisbury

(11) The classification of Flowering Plants — by Rendle

(12) Manual of Cultivated Plant — by Bailey

(13) The Structure and Development of Mosses and Ferns — by Campbell

علم تقسيم النبات — تأليف عبد الرحمن الوكيل أفندي



الباب الأول

الشكل الخارجى للنبات

Morphology of Plants

(١) البزور وأنباتها Seeds and Germination

أولا — البزور Seeds

البزرة فى النباتات البزرية هى ماينتج من البويضة Ovule بعد عملية الأخصاب وتطرأ على البويضة عدة تغيرات أهمها تحول أغلفة البويضة إلى القصرة وتحول «الزيجوت» إلى الجنين . وتبقى البزرة الناضجة كامنة وتختلف مدة كمونها باختلاف النباتات ثم يعاودها النشاط عند ماتتهيأ لها الظروف المناسبة .

وقد أجريت عدة تجارب ثبت منها أن البزور قد تبقى كامنة سنوات عدة فمثلا تبقى بزور أحد أنواع البقم Cassia حافظة لحيويتها مدة ٨٧ سنة وتحتفظ بزور سيتيسس Cytisus بحيويتها لمدة ٨٤ سنة ، وتبقى بذور الخروب وبعض البقليات الأخرى والبشنين ، وبزور بعض نباتات العائلة الخبازية مدة أقل من ذلك .

كما أجريت تجارب على بعض الجراثيم Spores للطحالب الخضراء فوجدأنها تعيش كذلك كامنة مدة تتراوح بين عشر سنوات وسبعين سنة

تركيب البزرة : —

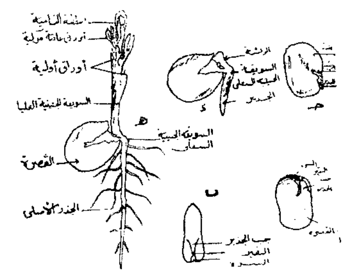
تتركب البزرة من القصرة والجنين الذى قد يكون مصحوباً بغذاء مختزن داخله أو خارجه وسنشرح فيما يلى تركيب بزور بعض النباتات .

(١) بزرة الفول Seeds of Vicia faba

تتركب بزرة الفول من القصرة والجنين — والقصرة عبارة عن غلاف جلدى مسمر وهى ذات شكل بيضى تقريباً ، ولها وجهان عريضان ووجهان

ضيقان ولها طرفان ضيقان تشاهد السرة Hilum فى أحدهما . والسرة عبارة عن ندبة حمراء أو سوداء وهى موضع اتصال الحبل السرى بالبزرة ، وبالقرب من إحدى نهايتى السرة نرى انتفاخاً مثلث الشكل يعرف بجيب الجذير Root Pocket و بين الأخير وطرف السرة النقير الذى يمكن التثبت من وجوده بوضوح بضغط بزرة منقوعة بين السبابة والابهام فتخرج من النقير فقاقيع من الماء والهواء

وعند نزع القصرة من البزرة المستنبتة يظهر الجنين Embryo وهو يشغل الحيز الموجود داخل القصرة بأكمله ، ويتركب من فلقتين شحميتين غليظتين لامتلائهما بالمواد الغذائية لونهما أبيض مصفر ، ويتصلان من الجهة الخافية (أى التى تقابل جيب الجذير) بمحور ينتهى من الجهة المقابلة للنقير بالجذير الذى يظهر جميعه خارج الفلقتين ، ويغلف عادة بجيب الجذير السابق ذكره ، وينتهى المحور من الطرف الآخر بالريشة التى ترقد بين الفلقتين ويسمى جزء المحور المحصور بين الجذير والفلقتين بالسويقة الجنينية السفلى Hypocotyl والجزء المحصور بين الفلقتين والريشة بالسويقة الجنينية العليا Epicotyl كما فى شكل ١



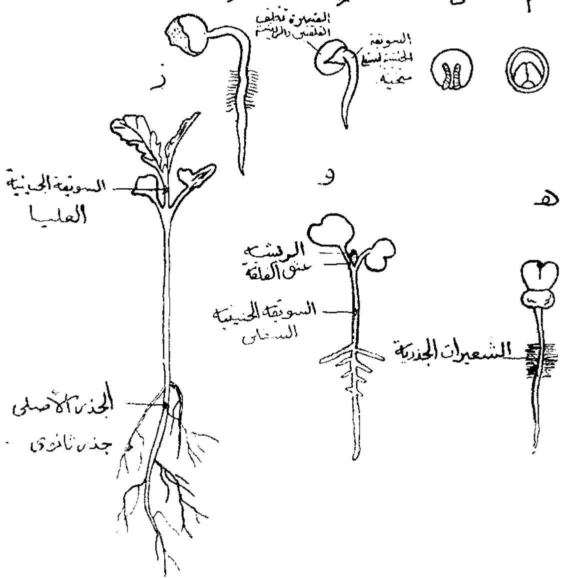
شكل ١ ـ بزرة الفول وبادراتها

(ا . ب) البزرة الكاملة (ح) فلقة وجذير وريشة (د ، ه) أطوار نمو الجنين

ويماثل بزرة الفول فى التركيب بزرة الفاصوليا واللوبيا ، ومعظم بزور النباتات التابعة للعائلة البقلية مع اختلافات يسيرة فى الشكل وموضع السرة ، وجيب الجذير (فانه ظاهر بيّن فى الحلبة مثلا)

(٢) بزرة الخردل Brassica alba

بزرة الخردل مستديرة تقريبا ولها سطحان مفلطحان وعلى أحد جانبى القصرة الجلدية ندبة بيضاء White Scar تسمى بالسرة Hilum وداخل القصرة الجنين المكون من فلقتين وجذير وريشة وتكون الفلقتان عادة منطويتين بعضهما على بعض الأولى خارجية والأخرى داخلية ولا يحاط الجنين بمادة الأندوسبرم فيقال عن البزرة : إنها عديمة الاندوسبرم Exendospermous إذ تستعمل الفلقتان فى تخزين الغذاء مبدئيا والريشة توجد بين الفلقتين ، والجذر يخرج على امتدادها منثنيا على الفلقة الداخلة شكل ٢



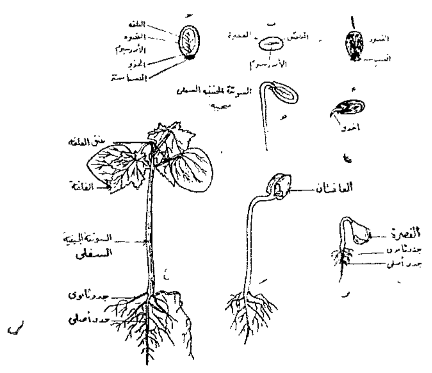
شكل ٢ ـ بزرة الخردل وبادراتها

(ا) قطاع فى البزرة (ب) الجنين (ح الى ز) أطوار نمو الجنين

(٣) بزرة الخروع Ricinus communis

بزرة الخروع بيضية منبعجة ومغطاة بقصرة خشبيه مبرقشة هشة . وعلى أحد جانبيها الضيقين كتلة بيضاء اسفنجيـة تغطى النقـير Micropyle وتستعمل فى امتصاص الماءلتوصيله إلى الجنين وهذه الكتلة تسمى بالبسباسة (Aril) Caruncle وتوجد السرة بجانب البسباسة مندمجة فيها .

فإذا قطعنا البزرة قطعا طوليا ، ينصفها نصفين متساويين نلاحظ طبقة نصف شفيفة ورقيقة تعرف بالشغاف وهى فى داخل القصرة مباشرة وتحيط بالأندوسبرم الطرى الأبيض الزيتى ، وهو المادة الغذائية التى تحيط بالجنين ولذلك تسمى البزرة اندوسبرميه Endospermous أما الجنين فإنه محصور وسط الأندوسبرم ويتركب من فلقتين ورقيتين وكل فلقة بها تعريق شبكى راحى ، وتقع الريشة بين الفلقتين وهى متصلة بالجذير الذى يتجه طرفه جهة البسباسة وتتصل الفلقتان بعضهما ببعض عند نقطة اتصال الجذير بالريشة شكل ٣



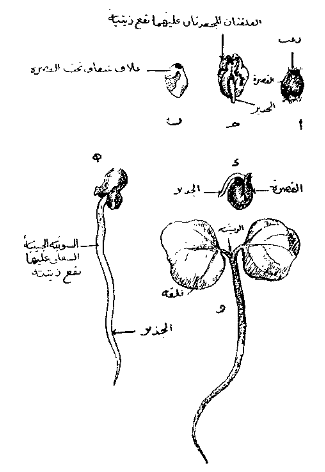
شكل ٣ ـ بزرة الخروع وبادراتها

(ا) بزرة كاملة (ب) قطاع عرضى فى البزرة (ﺣ) قطاع طولى فيها (د ـ ح) أطوار نمو الجنين

وإذا ضغطنا المادة الأندوسبرمية على ررقه بيضاء فإنها تترك أثرا زيتيا عليها وهذا يثبت أن بزرة الخروع تحتوى على زيت فى المادة الأندوسبرمية .

(٤) القطن Gossypium Sp.

بزرة القطن مخروطية الشكل ذات طرف مدبب مغطى بزغب Fuzz ـ والقصرة سمراء أو سوداء مغطاة بتيلة وسرتها Hilum جانبية تبتدىء من الطرف المدبب وتستمر إلى نحو ثلث البزرة ، فاذا نزعنا القصرة من البزرة المنقوعة باحتراس يمكن رؤية الجنين المحوط بغشاء رقيق أبيض . مصفر . يسمى بالشغاف . والجنين يتكون من فلقتين ورقيتين عليهما بقع زيتية Oil glands كثيرة وكل فلقة ملتفة على نفسها وتحفظ الفلقتان فيما بينهما الجذير الصغير الذى يقع أسفل السن المدبب وأما الريشة فهى صغيرة جدا تصعب رؤيتها بالعين المجردة . وهى موجودة بين الفلقتين على امتداد الجذير ويلاحظ فى البذرة المنبّته أنه يوجد جزء بين الجذير الأبيض



شكل ٤ ـ بزرة القطن وبادراتها

(ا) البذرة (ب) يظهر الشغاف (ج) الجنين (د ـ و) أطوار نمو الجنين

والفلقتين عليه بقع زيتية كثيرة أيضا ويسمى السويقة الجنينية السفلى Hypocotyl ومنطقة الجذير خالية دائما من البقع الزيتية شكل ٤

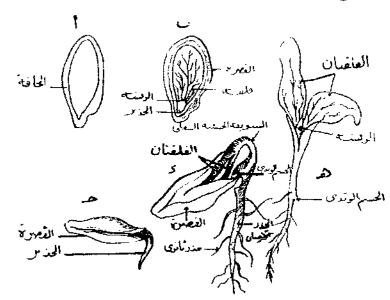
(٥) بزرة القرع Cucurbita Pepo

بزرة القرع ذات لون أبيض مصفر ، ولها حافة تحيط بها ووجهان منبسطان وطرفان احدهما مدبب Pointed والآخر مستدير Rounded والقصرة جلدية وعلى طرفها المدبب السرة ، وهى أرق نقطة فيها ، ولذا يخرج منها الجذير عند الانبات

وعند نزع القصرة يلاحظ وجود شغاف بنى نصف شفيف يغلف الجنين الذى يتركب من فلقتين تنتهيان بسن مدبب أسفل السرة وهو الجذير ، عند هذا الموضع تتصل الفلقتان . وعلى امتداد الجذير وبين الفلقتين توجد الريشة وهى صغيرة جدا تكاد لاترى قبل الانبات

وجميع الغذاء اللازم للجنين مختزن فى الفلقتين ولذلك يقال لهذه البزرة باللاندوسبرمية Exendospermous

ويلاحظ فى البادرة وجود جسم وتدى Peg تشتبك فيه القصرة ، فلا تخرج فوق سطح الأرض مع الفلقتين ويساعد هذا الجسم أيضا فى فتح القصرة لخروج الجذير . شكل ٥

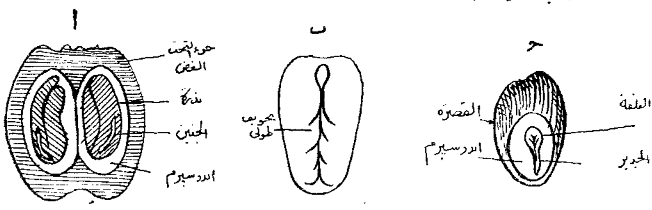


شكل ٥ - بزرة القرع وبادراتها

(ا) بزرة كاملة (ب) الفلقة والريشة والجزير (حـ — هـ) أطوار نمو الجنين

(٦) بزرة البن Coffea Arabica

الثمرة تشبه العنبة ، وتشتمل على بزرتين ذاتى تجويفين طوليين مواجهين لبعضهما البعض . والبزرة أندوسبرمية تحتوى على قصرة تحيط بالاندوسبرم القرنى وجنين صغير يوجد بأحد طرفيها فى الجهة المقابلة للتجويف ، والفلقتان صغيرتان ومستديرتان غالبا ولكل منهما خمسة عروق ظاهرة تماما ، والجذير طويل نسبيا ومنحن والريشة صغيرة جدا وواقعة بين الفلقتين - النسيج الأندوسبرمى يتركب من خلايا جدرها غليظة ، ومادة زيتية ، وحبوب بروتينية



شكل ٦ - بزر البن

(ا) ثمر البن منصفة طولياً (ب) يرى التجويف الطولى فى البزرة (حـ) الجنين

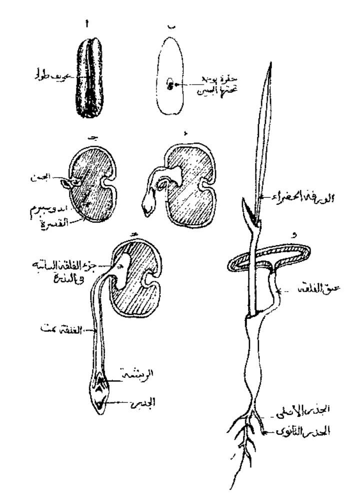
وإنبات بزور البن بطىء جدا إذ يستغرق عدة أسابيع وهذا التأخير ناشىء عن وجود المادة الأندوسبرمية القرنية وعند الانبات يشاهد أن السويقة الجنينية السفلى تستطيل وتنحنى وبعد ذلك تستقيم حاملة الفلقتين والريشة إلى أعلى . وأما الجذير فإنه يضرب فى الأرض متعمقا فيها ، ويكوّن المجموع الجذرى الذى هو عبارة عن الجذر الوتدى وفروعه شكل ٦

(٧) بزرة النخيل Phoenix dactylifera Seed

هى بزرة لنبات ذى فلقة واحدة تغطى من الخارج بغلاف أسمر اللون فلينى صلب ، يسمى بالقصرة ، وهى مستطيلة الشكل ذات تجويف طولى وفى وسط الجانب المقابل للتجويف علامة هى موضع الجنين ، فاذا نصفنا البزرة عرضيا مارين بالعلامة فإنه يلاحظ أن الجنين الصغير منغمس فى مادة الأندوسبرم القرنى الذى ينتج من تغلظ الجدر الخلوية ومادته السليلوزية

وعند ما تستنبت البزرة فى وسط مندى بالماء مدة طويلة تقرب من الشهر يخرج الجذير والريشة مغلفان بجزء من الفلقة ثم يندفع هذا الجزء الفلق إلى أسفل ليضع الريشة والجذير فى المكان المناسب لهما ـ وبعدئذ يخرج الجذير مخترقا قرابه وضاربا فى التربة ليكون جذرا وتديا يحمل جذورا ثانوية ، ويستمر مدة ثم يذبل تدريجيا وتحل محله جذور عرضية تنمو من قاعدة الساق فى مواضع مختلفة وتخرج فوق الجذير بمسافة قصيرة أول ورقة خضراء من الريشة مخترقة الغلاف الفلق

أما الجزء العلوى من الفلقة فإنه يستعمل فى إذابة الأندوسبرم القرنى إذ يتحول إلى سكر تدريجيا بالأنزيمات التى يفرزها هذا الجزء من الفلقة . كما أنه يمتص الذائب من الغذاء ليمد به الجذير والريشة فى أثناء نموهما ، ولذلك يلاحظ



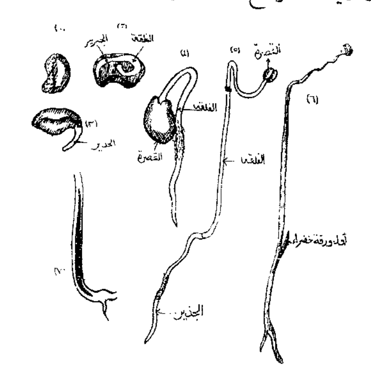
شكل ٧ـ بزرة البلح وبادراتها

(ا) بزرة البلح يرى التوجيف الطولى (ب) ترى موضع الجنين
(ح) الجنين فى مبدأ نموه (د ـ و)اطوار نمو الجنين

فى القطاع العرضى للبزرة النابتة أن جزأها هـذا يزداد فى الحجم شيئا فشيئا حتى يصير هلالى الشكل ـ أما الأندوسبرم القرنى فيقل تدريجيا إلى أن يستنفد أغلبه فتصبح البزرة المحفوظة تحت سطح الأرض عبارة عن قصرة وخلايا الأندوسبرم الرقيقة الهشة . شكل (٧)

(٨) بذرة البصل Allium Sepa

لون البزرة الجافة أسود وشكلها غير منتظم ، وأحد جانبيهـا محدب كثير التجاعيد والآخر مستو تقريباً وبين السنتين تجويف هو موضع السرة Hilum وتتركب البزرة من القصرة والجنين ومادة غذائية مختزنة تحيط بالجنين هى الأندوسبرم فاذا قطعنا البزرة قطعاً طوليا يقسمها نصفين يلاحظ أن الجنين منحنٍ تحيط به المادة الأندوسبرمية البيضاء ، ويتركب من جذير مدبب واقع أسفل السرة ، وجزء منحن هو الفلقة التى تكون أنبوبية الشكل ، وريشة محفوظة داخل الفلقة ومتصلة بالجذير ويحدّد موضع اتصال الريشة والجذير فى البادرة بانتفاخ أعلى



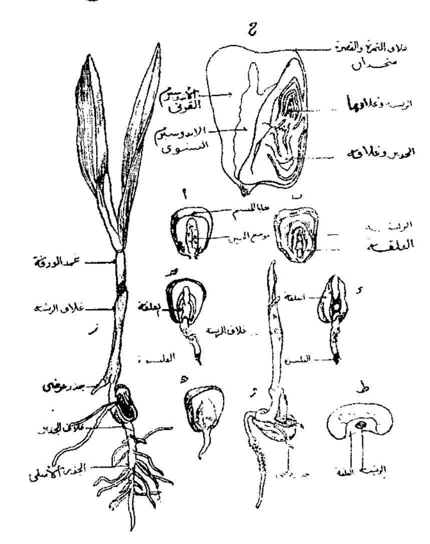
شكل ٨ ـ بزرة البصل وبادراتها

(١) بزرة (٢) مقطع فى البزرة (٣) نمو الجنين (٤) نمو الجنين أكثر
(٥) ظهور الفلقة واتصال القصرة بطرفها (٦) ظهور أول ورقة خضراء
(٧) قطاع طولى يظهر موضع الريشة

الجذير - والريشة تتكون من سلسلة أوراق مجوفة مخروطية الشكل داخلة بعضها فى بعض . شكل ٨

(٩) حبة الذرة Zea maize grain

حبة الذرة ليست بزرة وإنما هى ثمرة جافة غير منفتحة من نوع البرة Caryopsis بها بزرة واحدة وتنمو هذه البزرة حتى تملأ باطن الثمرة تماما وتصبح متصلة بجدارها الداخلى ، ويشغل الجنين حيزا صغيرا من الحبة وأما الباقى فيشغله الأندوسبرم فاذا درسنا الحبة من الخارج لاحظنا أنها ذات شكل بيضى تقريبا على طرفها البعيد عن الشِمْرَاخ آثار للقلم وعلى أحد سطحيها موضع منخفض هو موضع



شكل ٩ - حبة الذرة وبادراتها

(ا) حبة الذرة كاملة (ب) حبة نزعت عنها الأغلفة البزرية والثمرية (حـ الى ز) نمو الجنين (ح) قطاع طولى فى الحبة (ط) قطاع عرضى فى الحبة

الجنين — وأما السطح المقابل للفجوة فهو أملس وليست به تجاعيد .

فاذا قطعنا الحبة المنقوعة طوليا نرى الغلاف الثمرى والقصرة متحدين ورقيقتين ويحيطان بطبقة الاليرون aleurone وتوجد داخل هذه الطبقة الخلايا البارنشيمية الممتلئة بالنَّشا وهو على نوعين الخارجى منه قرنى Horny starch والداخلى يسمى بالأندوسبرم النشوى أو الدقيق Mealy starch ثم يوجد الجنين داخل المنخفض وهو مكون من فلقة واحدة وريشة وجذير . والفلقة تغلف الجذير والريشة ثم تفصلهما عن الأندوسبرم ويقال لها القصعة Scutellum . شكل ٩

بزور النباتات المائية Seeds of Water Plants

النباتات المائية ذات الفلقة الواحدة وخاصة التابعة للعائلات الآتية

Butomaceae, Alismaceae, Hydrocharitaceae Juncoginaceae, Apomogetonaceae and Potamogetonaceae.

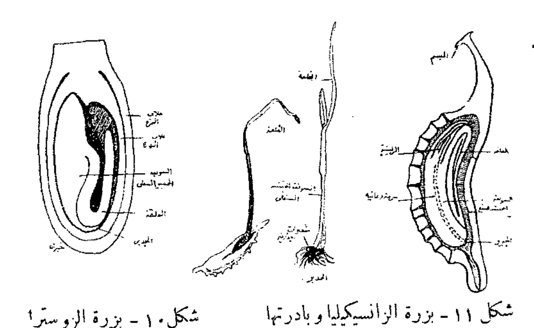
لها بزور عديمة الأندوسبرم كل غذائها يختزن فى السويقة الجنينية السفلى لأن الفلقة صغيرة جدا وليس لها نصل مطلقا ولها عنق أنبوبى أو غمد أنبوبى أيضا وكذلك الجذير أثرى صغير ليس به غذاء بالمرة وتركيب البزرة يوافق معيشتها فى الماء إذ لا يتعرض الغذاء للتعفن أو للبكتريا الفتاكة فيحدث له ضرر يبلغ ربما تعداه إلى الجنين فتتلف البزرة ولا يحدث الانبات

بزرة الزوسترا Zostera marina L.

البزرة عادة مغلفة بغلاف ثمرى خشبى ، فاذا عملنا قطاعاً طوليا فى الثمرة يلاحظ « من الخارج إلى الداخل » الغلاف الثمرى Pericarp والقصرة والسويقة الجنينية السفلى Hypocotyl التى تغطى الفلقة عند قاعدتها . ويقع الجذير Radicle عند قاعدة البزرة شكل ١٠

بزرة الزانيكيليا Zannichelia polycarpa

يلاحظ فى القطاع الطولى لثمرة الزانيكيليا وجود الجنين داخل الغلاف الثمرى والقصرة والجنين يتركب من ريشة Plumule ذات فروع ومن فلقة وسويقة جنينية سفلى تشغل معظم الجنين ولدى القاعدة آثار للجذير الأثرى ويمكن مشاهدة الميسم Stigma على قمة الثمرة كما فى شكل ١١



شكل ١١ - بزرة الرانسيكليا و بادرتها   شكل ١٠ - بزرة الزوسترا

ثانيًا — الانبات Germination

عند ما تترك البزور لتنبت على خرقه رطبه أو على قطعه مثلها من ورق النشاف المندى بالماء الذى لا يمكن أن تمتص الأجنة منه شيئا سوى الماء إذا تركت هكذا تبدأ عملية الانبات لأن إنباتها لايحتاج إلى مواد غذائية من الخارج فى أول أمرها ، وإنما تستمد جميع ما تحتاج إليه مما هو مكتنز فيها . أو حولها من الاندوسبرم .

ليس للبذرة شيء من مظاهر الحياة لأن جنينها يوجد فى حالة سكون Dormancy وإنما يعاودها النشاط إذا توافرت لديها ظروف خاصة وعند ما تتوافر تلك الشروط تظهر على البزرة عدة تغييرات تعرف مجتمعه بالانبات Germination فالبزرة الميتة قد لا تختلف فى الشكل عن البزور المحتفظة بحيويتها . و الانبات هو الوسيلة الوحيدة فى العادة التى تميز بها البزرة الحية من البزرة الميتة فاذا وضعنا بزوراً ميتة وأخرى حية فى ماء فانها تنتفخ بنسبة واحدة تقريباً ولكن لايبدو على البزور الأولى أى دلائل من علامات النمو حتى أنها إذا جففت رجعت إلى حالتها الأولى ولكن البزور الثانية يحدث فيها الانبات الذى هو نتيجة النشاط الحيوى الكامن فى الجنين وعلى ذلك يجب أن نفرق بين الانتفاخ والنمو (الإنبات) لأن الأول هو عبارة عن امتصاص الماء مع عدم

تغيير فى المادة وليس للحياة دخل فيها . والثانى هو تحويل وانتشار فى المادة التى لايمكن إعادتها إلى أصلها ثانيا Irreversible process وتطرأ على البزرة عند الانبات عدة تغيرات ينتج عنها تحول البزرة المستنبتة إلى بادره ويمكن تلخيص هذه التغيرات فيما يأتى :

أولا : تغيرات طبيعية Physical changes

وهى عبارة عن امتصاص القصرة والجنين الماء وهى عملية طبيعية يتساوى فيها البزور الحية والميتة فينتفخ الجنين ويزداد حجمه فتصبح القصرة ملساء بعد أن كانت مجعدة وقد تتمزق من جراء هذا الانتفاخ .

ثانيا : تغيرات كيماوية Chemical changes

وفيها تبدأ البزرة بتحويل الغذاء الموجود فيها على حالة صلبة أو على حالة غير قابلة للذوبان فى الماء كالدهن والزيوت إلى حالة قابلة للذوبان فى الماء ، لأن المواد لا تنتشر فى خلايا النبات إلا إذا كانت على هذه الحالة . وعامل الاذابة فى البزور هو الأنزيمات Enzymes ولكل مادة فى النبات أنزيم خاص يقوم باذابتها وجعلها صالحة للانتشار بين خلايا النبات فمثلا النشا Starch لها إنزيم يسمى Diastase يحوله إلى مواد سكرية قابلة للانتشار والمواد السليولوزية الموجودة فى فى جدر الخلايا لها أيضا انزيم خاص تحولها إلى مادة سكرية ذائبة يسمى Cytase والاينيولين يحوله إنزيم يسمى inulase إلى سكر الفاكهة Laevulose وهكذا .

ثالثا : تغيرات حيوية Vital Beological changes

وهى عبارة عن نشاط الخلايا المرستيمية التى تتركب منها مناطق الجنين المختلفة فتنقسم وتنمو ويتغير حجم الجنين وينمو الجذير متعمقا فتنمو الريشة متجهة إلى أعلى مكونة المجموع الخضرى Shoot System وينمو الجذير متعمقا إلى أسفل ليعطى المجموع الجذرى Root System

الظروف الضرورية للانبات

Conditions necessary for Germination

البزرة لاتنبت إلا إذا توفرت لها ظروف خاصة تتلخص فيما يلى : —

(١) حيوية الأجنة

أن تكون البزرة حية أى أن أجنتها حافظة لحيويتها إذ قد تؤثر على الاجنة أمور كثيرة فتوقف نموها وتسبب لها الموت منها : أن تجمع البزور وهى غير ناضجة ، أو تخزن فى مخازن غير صحية أو تطغى عليها الحشرات فتأكلها ، وتبيت البزور بغير أجنة ، أو تكون القصرة رقيقة ، فتسمح لدخول الهواء فتأكسد الأجنة بسرعة وتقصر مدة حياتها

فقد لوحظ أن كل البزور ذات القصرة الخشبية الثخينة التى لاتنفذ الهواء تحتفظ أجنتها بحياتها مدة طويلة .

وقد استنبتت بعض حبوب القمح التى وجدت فى مقابر قدماء المصريين فوجد أن أجنتها قد اسمرّت وتكربنت ولم تبد أى دليل على حيويتها وهذا دليل واضح على أنها ميتة .

(٢) أن يتوافر الماء الضرورى للانبات

الماء ضرورى للانبات ، إذ يمكن حفظ بزور بعض النباتات فى كيس أو زجاجة ، مثل بزور الفول أو الملوخية أو الخردل أو القرع أو الخيار ، مدة غير محدودة من غير أن تنبت على درجات حرارة مختلفة ومع وصول الهواء إليها ولكنها إذا وضعت فى أرض رطبة أو بين ورق نشاف مبلل فانها تمتص الماء وتنتفخ وبعد مدة قصيرة أى تقرب من أربع وعشرين ساعة يظهر دلائل النمو والانبات عليها فيخرج الجذير وبعد مدة تتبعه الريشة

(٣) الحرارة المناسبة

لكل بزرة نبات درجة حرارة مناسبة عندها تنبت فاذا وضعت بزرة الفول فى الأرض فى زمهرير الشتاء فانه لايبدو عليها أية علامة تدل على تنبهها من حالة

السكون التى هى فيها واذا بدت كانت ضئيلة جدا . ولكنها اذا وضعت على ورقة نشاف رطبة غطيت بزجاجة ثم استنبتت فى غرفة خرج الجزير من البزرة فى أيام قليلة . وتختلف البزور بعضها عن بعض فى احتياجها الى درجة الحرارة اللازمة لانباتها فاجنة بعض البزور تبتدىء فى مد جذرها ولو حفظت على درجة من البرودة تحت نقطة التجمد . وغيرها يحتاج الى درجة حرارة مقدارها ٩ إلى ١٠ س حتى تشرع فى النمو واذا حاولنا انماء بزور الفول على درجة ٤٥ س وجد أنها لاتنبت وعلى ذلك توجد درجة بين درجة التجمد ودرجة ٤٥ يتقدم فيها نمو الأجنة فى أغلب البزور أسرع تقدم وهذه الدرجة هى ٢٨ س

(٤) الهواء ضرورى للإنبات

الهواء ضرورى لكل كائن حىّ اذ لايمكنه أن يعيش ويحيا من غير أن يتنفس فيأخذ الاكسيجين ويترك ثانى اكسيد الكربون فلو وضعت بزور نبات الفول مثلا فى دورق مشتمل على ثانى اكسيد الكربون أو على الايدروجين فان هذه البزور لاتنبت ولو مدت بكمية مناسبة من الماء ورفعت الى درجة الحرارة المناسبة .

فاذا توفرت شروط الانبات السابقة الذكر فان جنين بزره الفول ينمو وأول تغيير يظهر فى البزرة هو تمزق القصرة بالقرب من السرة ويخرج الجزير من جيبه مستطيلا الى اسفل مخترقا طبقات الارض ومكونا المجموع الجذرى وبعد أن يبلغ بضع سنتيمترات طولا تخرج الريشة منحنية من فجوه بين قاع الفلقتين وبعد مد يومين أو اكثر يظهر المجموع الخضرى مستقيما فوق سطح الأرض (شكل د و ه) والماده الغذائية المخزنة فى الفلقتين تستنفد تدريجيا من وقت لآخر فى تغذية الريشة والجذير فى أثناء نموهما على السواء مع العلم بأن الفلقتين والقصرة تبقيان تحت سطح الأرض فى أثناء النمو فيقال لمثل هذا الانبات إنه إنبات أرضى Hypogeal

وبعد نمو الريشة والجذير بهذه الكيفية يكونان قادرين على النمو من غير اعتماد على الغذاء المخزن فى الفلقتين بل كل منهما يجهز الغذاء الضرورى للثانى وهذا بمساعدة النموات الجانبية التى تظهر على كل منهما وفى هذه الحالة يقال أن المجموعين الخضرى والجذرى تكونا فالأول عند ما يبلغ طوله ما يقرب من ست بوصات

يلاحظ أنه يشتمل على محور وسطى ينتهى عادة ببرعم طرفى ، وأول مايظهر على الساق ورقتان تخالفان ورقة الفول العادية فى الشكل والتركيب ، إذ أنهما جالستان بسيطتان ولا يوجد لهما أذينات إلا أنهما تشتملان على المادة الخضراء للتمثيل وتعرف مثل هاتين الورقتين بالأوراق الأولية Prophyll

يوجد لكل بزرة كبيرة مثل بزور الفول والبازلاء والترمس فلقتان كبيرتان مملوءتان بالمواد الغذائية ، ولذلك يلاحظ أن بادرتها تبدأ فى تكوين الغذاء من الهواء والتربة قبل نفاذ المادة الغذائية المخزنة فى الفلقتين بمدة طويلة — وأما البزور الصغيرة مثل الخردل والقطن والخشخاش فان الغذاء المختزن فى الفلقتين يستهلك تقريباً قبل نمو السوق والأوراق نمواً كافيا لقيامها بعملها قياماً تاماً وفى هذه الحالات يكون نموها عرضة لما يوقف أو يعوق ذلك النمو بسبب قلة الغذاء اللازم للجذير والريشة فى أثناء نموهما ولا سيما إذا زرعت البزور على عمق كبير جداً لأن الأمر يحتاج والحالة هذه إلى مقدار من الغذاء يستخدم لتكوين ساق طويلة تكفى لرفع الأوراق وتعريضها للهواء لإجراء عملية التمثيل الكربونى من الجو .

وتنمو أجنة الخردل والقطن والقرع والخروع والفاصوليا بسرعة فيخرج الجذير من جرابه مخترقا الطبقات الأرضية ثم تستطيل السويقة الجنينية السفلى Hypocotyl رافعة الفلقتين والريشة فوق سطح الأرض وهذا النمو يعبر عنه بالانبات الهوائى Epigeal شكل ٢ من (ج ـ ز)

فوائد الفلقات

مما سبق عرف أن الريشة تكون المجموع الخضرى والجذير يعطى المجموع الجذرى . وأما الفلقات فسنذكر فيما يلى ماتقوم به من الوظائف :

١ — فلقتا الفول والبازلاء والعدس تبقيان تحت سطح الأرض وفائدتهما غذائية محضة .

٢ — فلقتا الترمس والفاصوليا واللوبيا زيادة على أنهما مكتظتان بالغذاء تستعملان فى تغذية المحور النباتى قبل بلوغه أشده إذ أنهما تخضران وتستعملان فى التمثيل الكربونى مدة إلا أنهما بعد مدة قصيرة تضمران وتسقطان

(٣) ولكن فلقات بزرة القطن والخروع والخردل والقرع والكتان تنفرد وتكبر فى الحجم ويخضر لونها وتكون أول الأوراق الخضراء وتبقى على الفرخ النباتى مدة طويلة لتستعملا فى تمثيل ثانى أكسيد الكربون الجوى .

(٤) وأما الفلقة فى بزور النباتات ذات الفلقة الواحده فلها وظائف غير مامر ذكره فى ذات الفلقتين فان جزءا من الفلقة فى حبة القمح أو الذره يغلف الجذير والآخر يغلف الريشة وأكبر جزء هو القصعه Scutellum التى تفصل المادة الأندوسبرميه عن الريشة والجذير والجزء الخارجى منها وهو المسمى بالطبقة الطلائية Epithelium يستعمل فى إذابه وامتصاص الماده النشوية لتغذية الريشة والجذير فى أثناء نموهما .

(٥) وأما فلقة النخيل فزياده على أنها تستعمل فى تغطية الريشة والجذير وإذابه وامتصاص المادة الاندوسبرمية القرنية ـ يوجد لها عنق يدفعها إلى أسفل بمافيها من جذير وريشة ليضعهما فى المكان المناسب لنموها . شكل ٧ (د ـ و)

⊛⊛⊛⊛

(٢) الجذر The Root

يكون الجذر متعمقا تحت سطح الأرض وقلما يكون معرضا للجو ، ولايحمل أوراقا البته كما أنه لا يحمل المادة الخضراء فى أنسجته إلا قليلا وهو لذلك يختلف عن المجموع الخضرى الهوائى واللاهوائى ومهمة الجذر هى تثبيت النبات فى التربة وامتصاص الغذاء من ماء وأملاح ذائبة فيه وتوصيلها لجميع أجزاء النبات

مناطق الجذر Root Regions

ويتركب جذر النبات وفروعه من مناطق خارجية مرتبة من أسفل إلى أعلى كما يأتى : —

١ — القلنسوة Root-cap

ينمو الجذر طوليا من القمة النامية المخروطية الشكل وهى ذات أنسجة

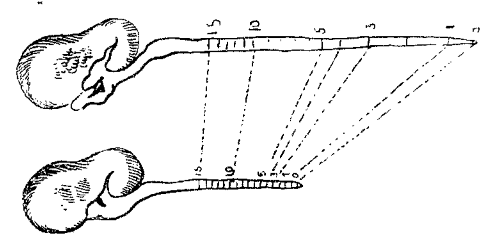
مركبة من خلايا حية مرستيمية رقيقة الجدر مملوءة بالمادة البروتوبلازمية Protoplasmic substance وأن انقسامها ونموها طوليا يضطرها إلى أن تنساب بين جزئيات الأرض الخشنة فلزم لها أن تغطى بعضو مخصوص يتركب جزؤه المعرض للتربة من خلايا بالغة وهذا العضو يسمى بالقلنسوة Root - cap (Calyptra) وهي تحيط بالقمة النامية كما يحيط (الكستبان) بالاصبع - وخلايا هذه القلنسوة الخارجية غروية تسهل للجذر طريقه بين ذرات التربة الخشنة المتماسكة وتتآكل من احتكاكها بالتربة فتجدد باستمرار من منطقة داخلها

٢ — المنطقة النامية Growing Point

وهي تلى القلنسوة وتتكون من خلايا رقيقة مرستيمية تنقسم بنشاط لتكون فيما بعد أنسجة الجذر المختلفة

٣ — منطقة الاستطالة Lengthening Region

هذه المنطقة فوق منطقة النمو مباشرة وفيها تستطيل الخلايا المرستيمية بامتصاصها الماء والأملاح وهي تسبب استطالة الجذور ولذلك يقال أن الجذر ينمو فى الطول دون الطرف وهذه المنطقة فى الجذور الأرضية يبلغ طولها من ٥ إلى ١٠ ملليمترا وأما فى الجذور الهوائية فتبلغ بضع سنتيمترات فى الطول إذ لا يعوقها شيء عن النمو مثل جذور التين البنغالى Ficus bengalensis وجذور افسنيا Avicennia وجذور السيكس ريفوليوتا Cycas revoluta ويمكن معرفتها

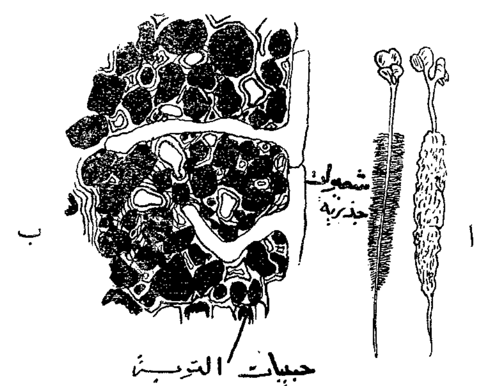


شكل ١٢ — منطقة استطالة الجذر

عمليا بأن تقسم جذور بادرة الفول الى ملليمترات بالحبر الشينى ثم تثبت البادرة بدبوس، فى فلينة ويغمر طرف الجذر فى ماء وتترك البادرة هكذا لمدة يوم أو يومين فترى المليمترات، فى منطقة الاستطالة قد اتسعت المسافة بينها شكل ١٢

٤ — منطقة الشعيرات Root hairs region

فوق منطقة الاستطالة تقع منطقة الشعيرات الجذرية التى تعتبر من الأهمية بمكان عظيم للنبات. وتنشأ الشعيرة الجذرية من نمو الخلايا السطحية لهذه المنطقة وهي عبارة عن أنابيب ذات جدر رقيقة مغطاة بمادة غروية Mucilage، فاذا استنبتت بعض بزور الخردل أو الفول أو حبات القمح أو الذرة على ورق نشاف مندى بالماء أمكن ملاحظة منطقة شعيرات مكتظة بالشعيرات الجذرية حتى أنه يوجد فى الملليمتر المربع من جذر الذرة ما يقرب من ٤٢٠ شعيرة جذرية أما من حيث طول كل أنبوبة فانه يختلف بالنسبة لاختلاف جذور النباتات المتباينة فيتراوح عادة بين ١٥و. و٨ ملليمترا ومع كل ذلك فانها تزيد سطح الجذر فمثلا يزداد سطح جذر البازلاء بواسطة الشعيرات الجذرية نحو ١٢ مرة وهي تنساب بين ذرات التربة وتتلاصق معها وعلى ذلك لاتحفظ شكلها الأنبوبى الأسطوانى بل أنها تنحنى هنا



شكل ١٣ - (ا) الشعيرات الجذرية (ب) التصاق الشعيرات الجذرية بحبيبات التربة

وهنالك تأخذ أشكالا مفلطحة أو تنبعج أو تتفصص لدى القمة Lobed at the top شكل ١٣

ويلاحظ أن الشعيرات الجذرية تقل أو تنعدم فى النباتات المائية ولكن إذا انغمست جذور النباتات المائية فى الغرين نما عليها شعيرات جذرية تزيد فى سطح الجذر وتستعمل فى تثبيت النبات فقط .

تمكث الشعيرات الجذرية مدة قصيرة على الجذر (بضعة أيام) وبعدها تموت الشعيرات الكبيرة وتعوض من الطبقة السطحية من أسفل إلى أعلى وعلى ذلك يلاحظ أن طول منطقة الشعيرات ثابتة حيث تبلغ فى العادة بضع سنتيمترات أو ملليمترات

تمتص الشعيرات الجذرية الماء وما يذوب فيه من الأملاح الصالحة لغذاء النبات كما أنها تذيب الأملاح بما تفرزه من المواد المذيبة

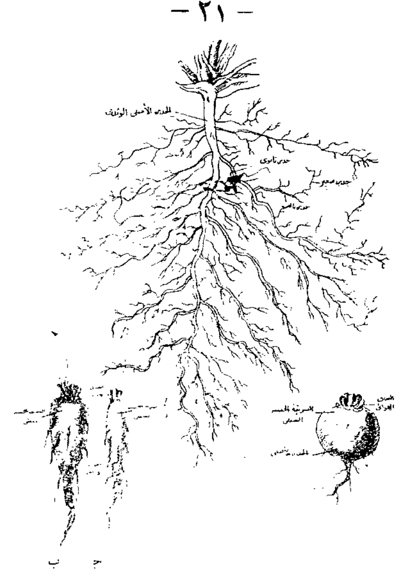
٥ — المنطقة الدائمة Permanent Region

وفيها تتحول الخلايا إلى الشكل الدائم وتغلظ جدرها غلظا مناسبا ومن هذه المنطقة تخرج الجذور الجانبية التى تشبه الجذر الأصلى فى الشكل والترتيب ويقال لها جذور ثانوية Secondary Roots ثم هذه تتفرع بدورها لتخرج جذوراً ثالثة Tertiary roots وهكذا حتى يتكون المجموع الجذرى Root system ويلاحظ أن أول ما يظهر من هذه الجذور الثانوية يكون قريباً من الفلقتين ثم يتبعها غيرها ولذلك يكون أصغرها سنا وأقصرها طولا بالقرب من قمة الجذر وأكبرها سنا وأطولها يكون دائماً أبعدها من القمة النامية ويعرف هذا النظام بالتعاقب القمى Acropetal succession

أنواع الجذر Types of root

الجذر الوتدى Tap root

إذا استمر الجذير فى النمو مع بقائه أكبر من الجذور الجانبية فانه يسمى بالجذر الوتدى Tap root كما يلاحظ فى جذور الفول والبازلاء والخشخاش والترمس وغيرها من ذوات الفلقتين شكل ١٤



شكل ١٤ - (ا) الجذر الوتدى (ب) الجذر المخروطى
(ج) الجذر المغزلى (د) الجذر اللفتى

أما إذا ذبل الجذر الابتدائى وخلفه جذور تخرج مباشرة من الساق فتسمى هذه بالجذور العرضية

أشكال الجذر الوتدى Forms of Tap Root

وقد ينتفخ الجذر الوتدى لتخزين الغذاء فيأخذ أشكالا مختلفة منها الجذر المخروطى Conical r. كما فى جذر الجزر والمغزلى Fusiform r. كما فى جذر الفجل واللفتى كما فى جذر اللفت Napiform r. شكل ١٤ (ب ، ج ، د)

تعمق الجذور الوتدية

تتعمق الجذور الوتدية بدرجات تختلف باختلاف النبات وباختلاف بعد منسوب الماء الأرضى فمن النباتات ما تتعمق جذورها إلى أمتار داخل التربة كما فى القطن

(يتعمق جذره إلى مترين) وجذور بعض الأشجار إلى أكثر من ذلك إلا أن الجذور الثانوية والثالثة تميل عن الجذر الوتدى ليشغل أكبر حيز يحيط به ومن النباتات ماتكون جذورها غير متعمقة كأشجار الموالح وبخاصة البرتقال والنباتات العشبية الحولية .

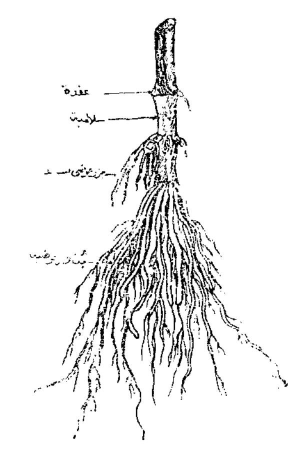
الجذور العرضية Adventitious roots

تنمو الجذور العرضية فى مبدأ الأمر من قاعدة الريشة عادة (كما فى القمح والشعير والذرة) فى حالة الانبات ومن أجزاء النبات المعرضة للتربة فى حالة التكاثر الخضرى وكلما استمر النبات فى النمو احتاج إلى الاكثار من سطحه الماص فيزداد عدد الجذور العرضية تبعاً لذلك حتى يمكنه امتصاص القدر اللازم له من الماء والغذاء من التربة .

أشكال الجذور العرضية Forms of Adventitious Roots

١ — الجذور المساعدة Prop roots

وهى التى تنمو من عقد الذرة أو القصب الظاهرة فوق سطح الأرض وهى

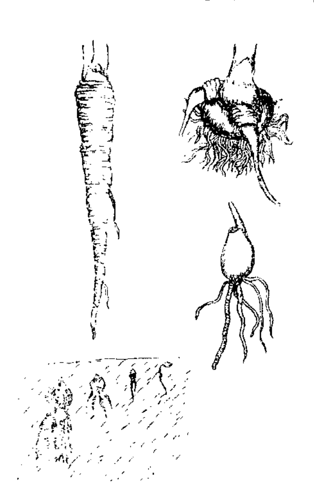


شكل ١٥ ـ الجذور الليفية والمساعدة فى نبات الذرة

زيادة على امتصاص الماء الأرضى تساعد فى تثبيت النبات لأن الجذور الأرضية التى نمت فى مبدأ الأمر لاتقوى على حمل النبات خصوصاً وقت الأثمار وهى تجعل النبات مستقيما يقاوم الأمطار والرياح وغيرها من المؤثرات الخارجية إذ بدونها ينوء النبات بحمله ضد الرياح فينام على الأرض وهذا مايسبب خسائر فادحة من قلة المحصول شكل ١٥

٢ — الجذور الشادة Contractile roots

هذه الجذور تسحب النبات إلى أسفل لتضعه فى المكان المناسب فاذا اقتلعت إحدى الأبصال مثل البنكريشيام Pancratium (ينمو فى برج العرب ـ مريوط فى الأراضى الرملية بالقرب من ساحل البحر الأبيض المتوسط) وزرعت فى مستوى أعلى من مستواها الطبيعى تكونت عليها جذور خاصة تعرف بالجذور الشادة تلتوى لولبيا فتجذب البصل إلى أسفل حتى تصل بها إلى المستوى المناسب

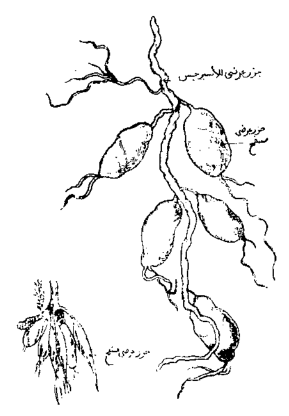


شكل ١٦ ـ الجذور الشادة

ويلاحظ على هذه الجذور من الخارج جملة تجعدات عرضية نتيجة الانكماش والمد الذى يحدث فى هذه الجذور . شكل ١٦

٣ — الجذور الدرنية Tuberous roots

جذور البطاطا من الجذور العرضية حصل فيها بعض انتفاخات لتخزين الغذاء وهى خالية من العيون ولاتوجد عليها براعم ولا أوراق حرشفية وهذا مايميزها عن درنات البطاطس شكل ١٧



شكل ١٧ - الجذر الدرنى

٤ — الجذور الليفية Fibrous roots

بما أن القمح والشعير والأرز وغيرها من النجيليات ذات ساق ضعيفة وجذورها سطحية يلاحظ أنها رفيعة تشبه الخيوط ولكنها كثيرة حتى يقال ان طول المجموع الجذرى للقمح يبلغ خمسمائة متر تقريباً .

٥ — الممصات Haustoria

إذا ما نمت بزرة الحامول وكونت بادرة بدأت تبحث عن عائلها فاذا لم

تجده ماتت وأما إذا كان فى طولها أن تصل إليه فإنها تلتف حول ساقه وتلتصق بها بأقراص ترسل منها ممصات لتخترق أنسجة النبات العائل لأخذ الغذاء .

٦ — الجذور الهوائية Aerial roots

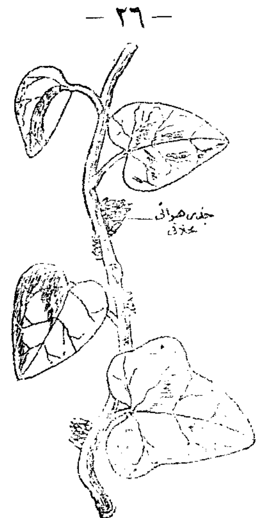
(ولا) إذا نمت الجذور فوق سطح الأرض تعرضت لكثير من المؤثرات المختلفة فيحدث لها كثير من التحورات فبعض النخيل التى تنمو فى الاراضى الرملية او المنجروف Mangroves التى تنمو فى الاراضى الطينية لاتقوى جذورها الأرضية على حمل سوقها الهوائية فتنشأ لها جذور تساعد فى تثبيت النبات ويقال لها Flying buttresses ويقال لها أيضا Solid buttresses إذا كانت صلبة وكبيرة جدا على شكل مائدة كما فى اشجار الغابات فى البرازيل Brazilian forest trees لأن جذورها الأرضية سطحية غير متعمقة

ثانيا) الجذور الدعامية Pillar roots

وهذه الجذور تتدلى من الأفرع مخترقة الطبقة الهوائية وليس بها قلنسوة إذ لاضرورة لها ولها تركيب خاص اذ يحيط بطبقة القشرة خلايا لها القدرة على امتصاص الماء الجوى ولكنها عندما تصل سطح الأرض وتنغمس فيها تتكون قلنسوة لنقطتها النامية تقيها من حبيبات الأرض الخشنة وأفرع جانبية وشعيرات جذرية لامتصاص الماء وما يذوب فيه من الأملاح

(ثالثا) الجذور المتسلقة Climbing roots

هذا النوع من الجذور إما أن يكون طويلا يلتف حول الحامل Support كما فى كثير من Orchids والأرُيدِس Aroids وإما أن يكون قصيراً ذا جاذبية ضوئية سالبة فينمو متباعدا عن الضوء ويدخل شقوق الجدران أو الصخور أو بعض الأشجار فيمتص من هناك الماء كما فى حبل المساكين Ivy (Hedera helix) ويقال لها جذور محلاقية Root tendril شكل ١٨



شكل ١٨ - الجذر المحلاق (حبل المساكين)

(رابعا) الجذور الهوائية الماصة Aerial Absorbing roots

ينمو كثير من الأركدز Orchids والنباتات الحلمية العلوية Epiphytes وبعض نباتات سرخسية وفصيلة الأناناس والفصيلة الآرية فى أعلى الأشجار غير متصل بالتربة فتكون لها نوعان من الجذور أحدهما للالتفاف والآخر يتدلى فى الهواء ويمتص بخار الماء الجوى شكل ١٩ وتشتمل هذه الجذور على طبقة خاصة من الخلايا



شكل ١٩ - الجذور الهوائية الماصة والملتفة

جدرها الخارجية رقيقة أو مثقوبة Perforated وأما جدرها الجانبية فغليظة غلظا حلزونيا وهذا النظام يجعلها مطوطة حتى بعد أن تفرغ مما بها من الماء ، معدة لامتصاص الماء بالخاصة الشعرية وهذه الطبقة تسمى Velaman

(خامسا) الجذور التنفسية Aerating roots

تجد نباتات المنجروف Mangroves التى تنمو وجذورها منغمسة فى الطين المغمور بالماء صعوبات فى أخذ الأكسيجين اللازم لتنفس جذورها ولهذا الغرض يتخلل أنسجتها فراغات هوائية كبيرة يقال لها (نيماتوفورز Pneumatophores) يخزن فيها الهواء عند ما ينحسر الماء وقت الجذر - مثل هذه الجذور يقال لها Pneumathodes وهى توجد فى النباتات التى تنمو دائماً فى الطين أو فى البرك ذات الماء الآسن

٧ — النباتات اللاجذرية Rootless Plants

يوجد نوع مخصوص من السرخسيات (سيلوتم وسلفينيا Psilotum & Salvinia تنمو لها شعيرات عوضا عن الجذور تعرف بالريزويدز Rhizoids وهى أيضاً عضو الامتصاص الوحيد فى الحزازيات Bryophyta

وأن الرفليزيا Rafflesia Arnoldi لا يوجد لها جذور ولا سوق ولا أوراق إلا أن لها ممصات ترسلها فى أنسجة الأشجار لتمتص الغذاء اللازم لها ومع كل ذلك فلها زهرة كبيرة يبلغ قطرها ثلاث أقدام وأن هذه الأزهار لها رائحة اللحم العفن وتتلقح بنوع مخصوص من الذباب يقال له Carion flies

وأما النباتات المائية اليوتريكولاريا , Nymphaea , Lutea , Utricularia وسيراتوفلم Ceratophyllum جذيراتها إما أن تكون معدومة بالمرة أو تنمو لمدة قصيرة ثم تموت ويحل محلها جذور عرضية شكل ٢٠

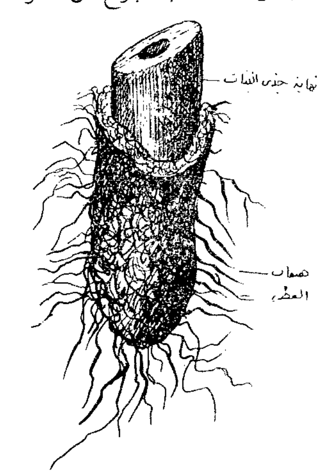
وأما نبات Aponogeton distachyus لايزيد جذرها الأصلى عن نصف سنتيمتر ثم ينفصل فجأة بواسطة An Absciss layer . وأما النباتات التى تنمو منغمسة فى الطين مثل Zannichellia polycarpa فيلاحظ أن جذورها تموت ويحل محلها شعيرات طويلة تنمو من منطقة اتصال الجذير بالسويقة الجنينية السفلى .



شكل ٢٠ - جذور عرضية لنبات مائى

(٨) الجذور العديمة الشعيرات الجذرية

قد تغطى جذور بعض أشجار الغابات بنوع من الفطر Fungus وتعيش



شكل ٢١ - طرف جذر ملتف عليه هيفات الفطر

معها معيشة تبادل المنفعة Symbiosis هذه الجذور تكون عديمة الشعيرات الجذرية فتحيط بها الهيفات الفطرية وهى عبارة عن أنابيب رفيعة ضيقة تخترق الخلايا الخارجية للجذر وتسمى Exotrophic mycorrhiza كما يحدث بشجرة الزان Beech والبلوط Oak والصنوبر Pine . شكل ٢١

وقد تتعمق هـــذه الهيفات فى الأنسجة الداخلية للنبات وتسمى Endotrophic mycorrhiza كما فى Orchids ، الهيثر Heather

وعند ماتنبت بزور نباتات الأركدز Orchids لابد لها من أن تصاب بهيفات الفطر الخاصة بها فى أوائل نموها وإلا وقفت عن النمو فالبزور التى تنتشر بعيدا عن أمها قد لاتنبت إذ تكون بعيدة عن فطرها الخاص

وفى حالة الهيثر Heather و اللنج Ling وغيرها من عائلة Ericaceae قد تتعمق هيفات الفطر إلى أن تصل أغلفه البيضة Intiguments وهناك تكمن إلى أن تبزر الثمار فتنمو معها وبذلك يضمن النبات استمرار اصابته بالفطر جيلا بعد جيل حتى لو سقطت حبوبه فى مكان لايوجد فيه الفطر الخاص

⊛⊛⊛⊛

(٣) المجموع الخضرى للنبات Shoot System

المجموع الخضرى للنباتات الزهرية ينتج عن نمو الريشة ويتركب من الساق الذى يحمل الأوراق والبراعم التى تتفتح عن افرع أو أزهار ، وهذه الأخيرة تعطى الثمار والبزور

السوق Stems

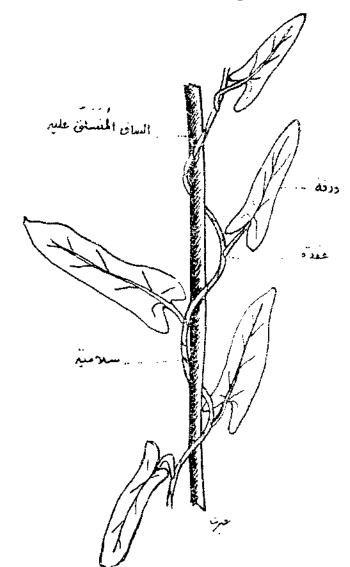
تكلمنا قبل على أن الريشة تنمو الى أعلى وتعطى النبات مجموعه الخضرى فاذا أخذ النمو فى الازدياد شيئا فشيئا نرى أن الساق يحمل أعضاءا تخالفه فى الشكل ، كالاوراق على مناطق يقال لها العقد Nodes وتسمى المسافات التى بين كل عقدتين سلامية Internodes

أشكال السوق Forms of stems

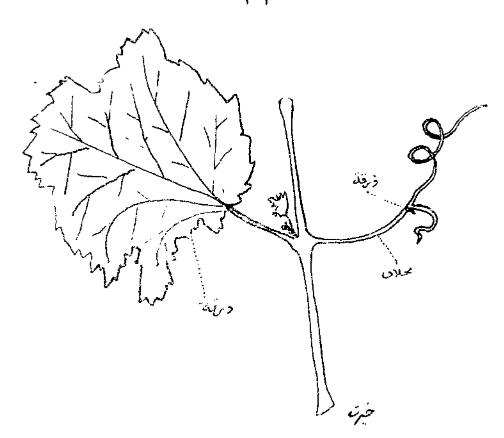
تكون السوق اسطوانية غالبا مستقيمة قوية تعتمد فى استقامتها على نفسها كما

فى عباد الشمس ولكن قد تكون الساق مضلعة كالفول والسيبرس Cyperus أوتكون منبسطة flattened كما فى الرسكس وهى اما أن تكون عشبية أوخشبية وقد يكون سطحها أملس خاليا من الشعيرات والأشواك وقد تنمو خلايا البشرة فتتكون منها شعيرات تعطيها الملمس الخشن أو اشواك تساعد النبات فى التسلق وتحميه من الحيوانات والمؤثرات الخارجية

وبعض السوق ضعيفة جدا وغير قادرة على الاستقامة بنفسها بل لابد لها من دعامة تتسلق عليها اما بلالتفاف حولها مثل العليق شكل ٢٢ والأيبوميا او بارسال محاليق متحورة عن سوق مثل العنب شكل ٢٣ او اوراق تلتف حول الدعامة والغرض من هذا كله ان تتعرض الأوراق الى الضوء لتقوم هى أيضا بقسطها من تجهيز الغذاء من الجو .

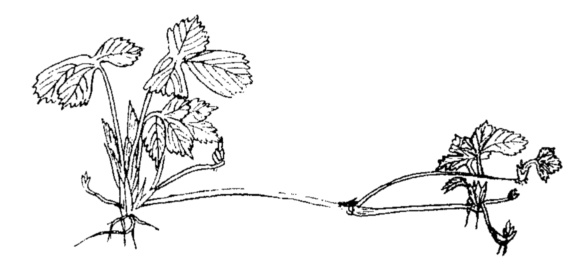


شكل ٢٢ ـ ساق العليق الملتف حول نبات آخر



شكل ٢٣ ـ ساق العنب وفيه القمة النامية واعطت محلاق حدد نموها

وقد تكون السوق ضعيفة دقيقة غير قادرة على الاستقامة بنفسها وليس لها عادة الالتفاف والتسلق فتجرى منبطحة فوق سطح الارض هنا وهنالك والبراعم التى توجد فى آباط الاوراق الحرشفية عند العقد فانها تعطى افرعا جديدة وجذوراً عرضية تضرب فى الارض مثل نبات الشايلك Straw berry او نبات الليبيا Lippia SP. شكل ٢٤ وهذه السوق تسمى بالسوق الجارية Runner Stems

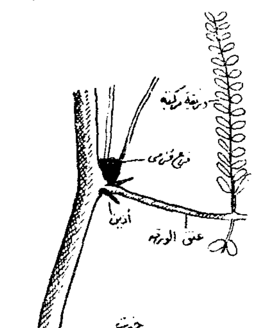


شكل ٢٤ ـ نبات الشليك

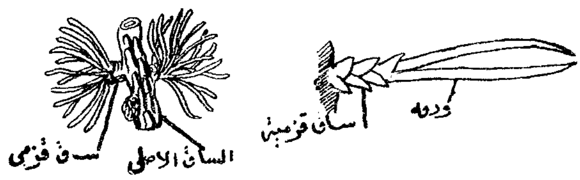
والنباتات اما حولية وإما معمرة فالحولية هى التى تعيش و تعتمد فى تكاثرها على البزرة فقط و تعيش فصلا واحدا فى نهايته تعطى الثمار والبزور و تموت السوق والجذور والاوراق

أما النباتات المعمرة فهي التى تعتمد فى تكاثرها على البزور وعلى اجزائها الأرضية من ريزومات او بصلات أو كرمات أو درنات فتعطى فى نهاية فصل النمو بزورا أو ثمارا ثم يموت جزؤها الهوائى ويبقى الجزء الأرضى كامنا حتى تتهيأ له الظروف المناسبة فينمو و يكون نباتا من جديد وقد تكون الساق قزمية Dwarf shoot ذات عقد وسلاميات قصيرة جدا فتخرج الأوراق من عقد متقاربة بعضها من بعض و تعطى أزهارا و ثمارا كما فى السنط والبربيرس شكل ٢٥ أما الصنوبر فتنتهى ساقه القصيرة بورقتين خوصيتين إبريتين شكل ٢٦

وقد يكون الساق قصيرا بدرجة أن الأوراق تظهر أنها خارجة من الجذور كما يظهر جليا فى الفجل والجزر واللفت، كما فى شكل ١٤ (ب ، ح ، د)



شكل ٢٥ - ساق السنط تحمل فى ابط الورقة ساقا قزمية



شكل ٢٦ - ساق الصنوبر القزمية وترى مغطاه بأوراق حرشفية

١ — السوق الأرضية Subterranean Stems

ان نمو السوق تحت سطح الأرض يمكن النبات من احتمال الأوقات غير المناسبة للنمو ولذلك نلاحظ أن هذه النباتات معمرة دائما وتستعمل السوق الأرضية فى التكاثر الخضرى ولها اشكال عدة منها

أولا — الريزوم The Rhizome

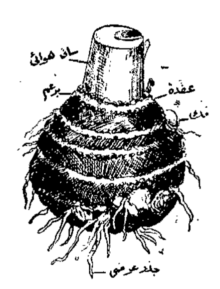
وهو ساق تنمو تحت سطح الارض ممتلئة بالغذاء و تتميز عن الجذر بوجود اوراق حرشفية تحفظ فى آباطها براعم أبطية ، وتنمو عليها جذور عرضية عند كل عقدة ، وقد تكون الريزوم قصيرة عمودية على الأرض وتجرى هنا وهنالك فى التربة كما فى الفرِن أو تكون موازية لسطح الأرض كما فى النجيل شكل ٢٧



شكل ٢٧ - ريزوم النجيل

ثانياً — الكورمة The Corm

وهى ساق أرضية يمكن اعتبارها ريزوماً متضخما قصيراً ذا عقد وسلاميات قصيرة ، و توجد الاوراق الحرشفية على كل عقدة محيطة بالساق وفى آباطها عدة أزرار كما يلاحظ أيضا على العقد فكوك كبيرة تستعمل فى التكاثر الخضرى كما فى القلقاس شكل ٢٨



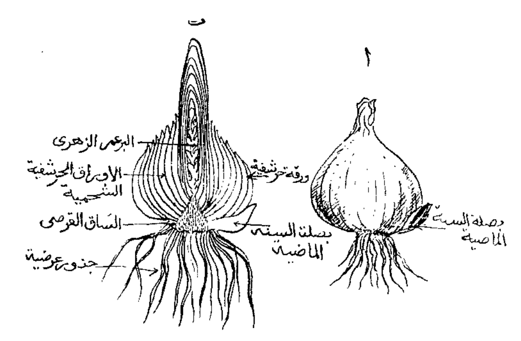
شكل ٢٨ - كورمة القلقاس

ثالثا — البصلة The Bulb

هى ساق ارضية قرصية تخرج من اسفلها جذور عرضية كثيرة تستعمل فى تثبيت النبات وامتصاص الماء المذابة فيه الاملاح ثم توجد عليه براعم محوطة بقواعد الاوراق الحرشفية البيضاء الشحمية الممتلئة بالمواد الغذائية وأما الأوراق الحرشفية الخارجية فهى جافة خالية من المواد الغذائية وتستعمل للوقاية فقط . فاذا زرعت بصلة فى تربة مجهزة وأرويتها باعتناء ونظام يلاحظ أن البرعم الطرفى والبراعم الأخرى الابطية كما فى البصل المصرى تنمو الى أعلى مكوناً اوراقا خوصية وسوقا تنتهى بنورة خيمية ويلاحظ فى بصل التيولب Tulip أن المادة الغذائية المخزنة فى الأوراق الحرشفية الشحمية فى أثناء النمو يتحول جزء منها إلى سكر ذائب ويصعد إلى الأزهار حيث يخزن فى البذور ، وجزء آخر يخزن فى الأوراق التى تحيط بالبرعم الجانبى المعد لأن يكون بصلة السنة المقبلة ، وكذلك الحال فى الغذاء المكون فى الأوراق الخوصية الخضراء ، الأنبوبية الشكل ، فإنه يوزع بالطريقة السالفة الذكر وعلى ذلك تلاحظ فى بصلة Tulip آثاراً لبصله السنة الماضية ثم برعم السنة الحالية والبرعم الجانبى الذى يكون بصلة السنة المقبلة شكل ٢٩

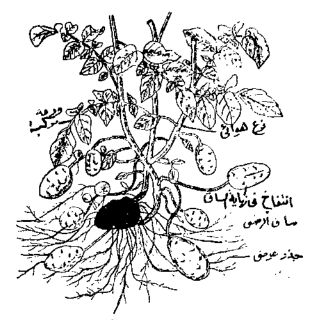
رابعا — الدرنة The Tuber

درنة البطاطس مثلا تتكون فى أطراف سوق النباتات الأرضية وتحاط الدرنات من الخارج بغلاف فلينى والخلايا التى تلى هذا الغلاف مباشرة غنية جدا بالمواد



شكل ٢٩ - (ا) البصلة (ب) قطاع طولى فيها

البروتينية ولذلك يجب أن يعرف أن تقشير البطاطس تقشيرا جائرا مما يقلل من قيمتها الغذائية والأفضل أن تغلى بقشرتها التى يسهل نزعها



شكل ٣٠ - يرى أن نهاية الساق الأرضية انتهت بدرنة

وعلى سطح الدرنة مواضع غائرة تسمى بالعيون (Eyes) تحتوى كل منها على عدة أزرار وتتكون هذه العيون فى آباط أوراق حرشفية ، سرعان ما تتساقط وتترك مكانها آثارا تدُل عليها شكل ٣٠

وتحتوى درنة البطاطس على عدد عظيم من الخلايا الممتلئة بحبيبات النّشا وعلى حزم وعائية مفككة

٢ — السوق الهوائية Aerial stems

تتحور السوق فتأخذ أشكالا مناسبة للبيئة التى تعيش فيها و العمل الذى تقوم به فمنها : —

أولا : الساق المحاليقية Stem tendril

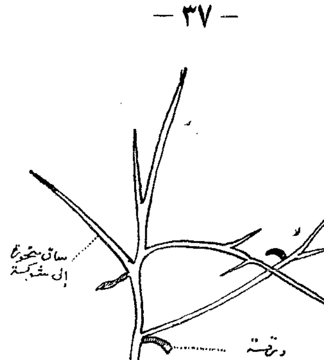
هى ساق أخذت شكل المحلاق قصد التسلق وهى دقيقة وربما تحمل أوراقا حرشفية صغيرة وللساق طرف حساس يلتوى بسرعة إذا لامس جسما خشنا فيقبض عليه ويجذبه نحوه ، وبذلك يتعرض النبات للضوء فيمكنه أن يجهز غذاءه بنفسه ويعتبر المحلاق فرعا جانبيا يخرج من إبط ورقة خضراء كما فى نبات Antigonon Sp. أو برعما طرفيا كما فى العنب لأنه يكون مقابلا الورقة الخوصية ولذلك يلاحظ أن التفرع فى العنب تفرع وحيد الشعبة كاذب ، ومما يؤكد أن محلاق العنب ساق لا ورقة أنه يحمل أوراقا صغيرة قد تكون خضراء ، كما أنه مقسم إلى عقد وسلاميات أنظر شكل ٢٣

ثانيا : الساق الشوكية Spines

تكون أطرافها مدببة تشبه الشوكة وهى سوق تحورت هكذا لتقليل عملية النتح وحماية النباتات من الحيوانات الضارة ومما يبرهن على أنها سوق أنها تحمل أوراقا تخرج من إبطها براعم تتفتح إما عن أزهار أو أفرع أخرى وهى زيادة على ما مر فإنها تخرج من إبط ورقة خوصية صغيرة كما فى العاقول Alhagi Maurorum ، والسلاسباينوزا Zilla spinosa شكل ٣١

ثالثا : السوق المتحورة إلى أوراق Cladode or phylloclade

هى السوق التى تأخذ شكل الأوراق و توجد فيها المادة الخضراء لتقوم بعملية التمثيل . إذ الأوراق الخوصية فى هذه النباتات إما أن تكون أثرية أو حرشفية أو معدومة بالمرة وهى تخرج من آباط أوراق حرشفية وتحمل أوراقا حرشفية أيضا

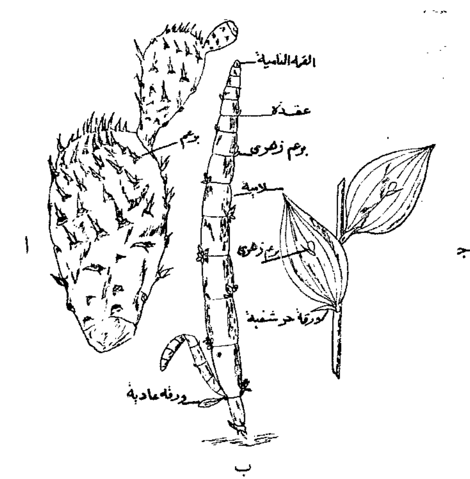


شكل ٣١ ـ ساق السلاوفيه القمة النامية تحددت بشوكة

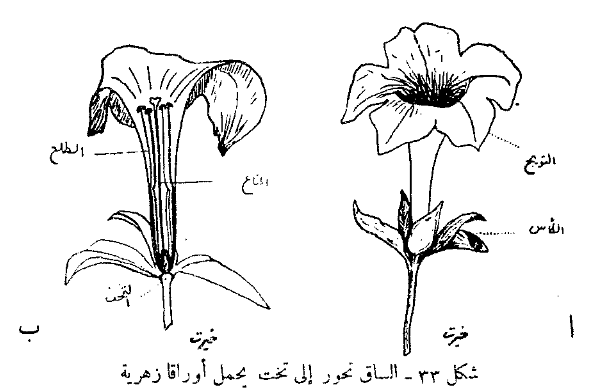
توجد فى آباطها براعم كما فى نبات السفندر Ruscus Sp أو تكون مقسمة إلى عقد و سلاميات واضحة وعلى العقد أوراق حرشفية تخرج البراعم الزهرية فى آباطها كما فى المهلمبيكيا أو تتحور إلى سوق مفلطحة شحمية متضخمة تغطى بطبقة ثخينة من الكيوتين و تستعمل هذه السوق لتخزين الماء ومنع النتح والأوراق الخضراء تقع بسرعة كما فى التين Opuntia Sp شكل ٣٢ (ا ، ب ، ج)

رابعا : التخت Torus

هو الجزء النباتى الذى يحمل المحيطات الزهرية وهو ساق قصيرة جدا ذا سلاميات قصيرة وعقد تترتب عليها الأوراق الزهرية فى اربعة محيطات عادة . شكل ٣٣



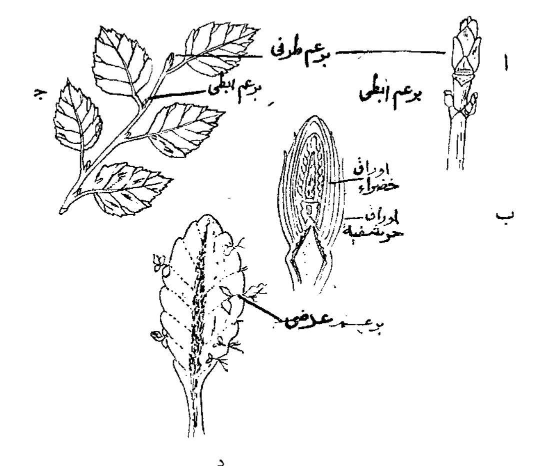
شكل ٣٢ - (ا) ساق التين (ب) ساق المهلبيكيا (ح) ساق السفندر



شكل ٣٣ - الساق تحور إلى تخت يحمل أوراقا زهرية
(ا) الزهرة (ب) قطاع طولى فيها

البراعم Buds

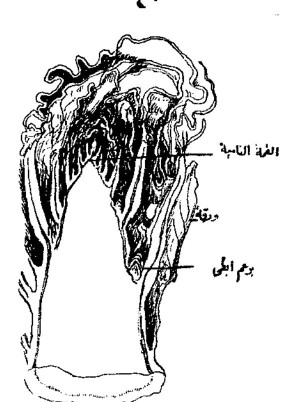
البرعم فى النباتات المزهرة يعرف بأنه المجموع الخضرى الأولى . ويتركب من محور قصير بسبب عدم استطالة السلاميات التى توجد متقاربة جدا بعضها من بعض ولذلك ترى الأوراق الصغيرة مزدحمة جد الازدحام على القمة وصانعة غطاء يقيها المؤثرات الخارجية قبل تفتحها واحتمالها الحر والبرد شكل ٣٤ ، شكل ٣٥



شكل ٣٤ - أنواع البراعم
(ا) برعم ساكن (ب) قطاع طولى فيه (ج) برعم طرفى وابطى نشيطان (د) برعم عرضى

١ - البرعم الطرفى Terminal bud

البرعم الذى يكون فى نهاية النبات apex وينمو إلى أعلى ليعطى استطالة النبات يسمى فى هذه الحالة البرعم الطرفى الخضرى Vegetative terminal bud وقد يعطى ازهارا ويقال له برعم طرفى زهرى Floral terminal bud



شكل ٣٥ - مقطع طولى فى برعم نشيط (برعم الكرنب)

٢ — البرعم الابطى Axillary bud

أما الذى يكون فى إبط الورقة ويتكشف فيما بعد عن أزهار أو عن فرع يسمى حينذاك ببرعم إبطى خضرى Vegetative axillary bud أو برعم إبطى زهرى Floral axillary bud

٣ — البرعم الساكن Dormant bud

وهذين النوعين من البراعم السالفى الذكر إما أن يكونا نشيطين وينموان بسرعة إلى أفرع أو أزهار فيقال لها براعم نشيطة Active buds وإما أن يكونا خاملين ويبقيا فى خمولهما إلى أن تهيأ لها الظروف المناسبة لنموهما فينبثقا عن أفرع أو عن أزهار فيقال لهذا النوع من البراعم براعم ساكنة Dormant buds كما فى نبات العنب vine والحور poplar

٤ — البراعم الصيفية Summer buds

أوراقها صغيرة وفى ميثاق واحد ومتشابهة تشابها تاما وهى خضراء اللون

٥ — البراعم الشتوية Winter buds

تكون أوراقها التى توجد فى مركز البرعم صغيرة خضراء وفى ميثاق واحد

ومتشابهة ولكن الأوراق الخارجية تكون أوراقا حرشفية واقية من البرد ومقللة لبخر الماء كما فى العنب والحور ففى مثل هذه البراعم تكون طبيعة الحراشيف التى تقلل النتح فلينية أو تفرز إفرازات غروية Mucilaginous substance أو إفرازات راتنجية Resinous substance

وقد تنمو شعيرات على هذه الأوراق الحرشفية كما فى نبات النبق Zizyphus sp فيساعد على تقليل النتح

وعند ما تتكشف البراعم الشتوية وتنمو تسقط الأوراق الحرشفية أولا وتترك ندبا Scars على الساق تدل عليها ويمكن أن يعين عمر الفرع بِعَدّ هذه الندب من أسفل إلى أعلى .

٦ — البراعم العرضية Adventitious buds

والبرعم إما أن يكون إبطيا أو طرفيا كما مر وكل برعم ينمو فى غير هذين الموضعين يسمى برعما عرضيا Adventitious bud وكل الأفرع التى تنمو فى جذوع الأشجار نتيجة نمو البراعم العرضية - وقد تنمو البراعم العرضية على الأوراق مثل ورقة Begonia لأننا إذا أحدثنا شروخا فيها ووضعناها على التربة المنداة بالماء وواليناها بالارواء والتهوية فإنها تعطى جذورا عرضية أيضا وتحدث نباتات جديدة وكذلك تنشأ البراعم العرضية من الجذور كما يشاهد فى جذور البطاطا والبن .

٧ — البراعم المتتابعة Accessory buds

وفى بعض الأحايين يظهر كثير من البراعم فى ابط ورقة واحدة فيقال لها البراعم المتتابعة accessory buds كما يشاهد فى العنب والبربيرس Berberis والكبارس Capparis والدورنتا Duranta

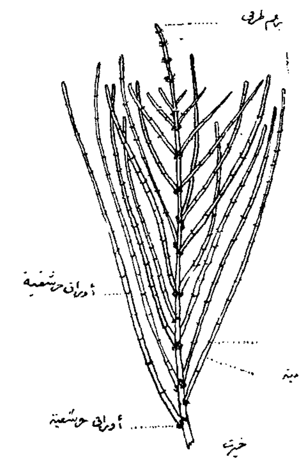
التفرع Branching

التفرع فى النبات له نوعان :

أولا : تفرع غير محدود Racemose branching

تفرع السوق فى النباتات المغطاة البذور فى الغالب جانبى Lateral والتفرع

إما أن يكون تفرعا غير محدود Racemose وفيه البرعم الطرفى يستمر فى النمو إلى أعلى، ويعطى استطالة النبات وبذلك تكون الأفرع الجانبية فى نظام تدريجى من أعلى إلى أسفل، أى أقصر الأفرع وأحدثها سنا يكون قريبا من القمة النامية، وأطولها وأكبرها سنا يكون لدى القاعدة. وهذا النظام يسمى النظام المتتابع Acropetal succession كما فى نبات الكازورينا Casuarina شكل ٣٦



شكل ٣٦ ـ ساق الكازورينا يرى التفرع غير المحدود

ثانيا : التفرع المحدود Cymose branching

يلاحظ فيه أن البرعم الطرفى يتكشف عن زهرة تعطى الثمرة أو يعطى محلاقا فيقف عن النمو فيبدأ البرعم الابطى يعطى فرعا ينتهى برعمه الطرفى أيضا بإعطاء زهرة أو محلاق وهكذا والتفرع المحدود إما أن يكون :

١ ــ كاذب الشعبة : إذا كانت ورقة واحدة أسفل البرعم الطرفى الذى وقف عن النمو فالبرعم الابطى يعطى فرعا واحدا وبذلك يسمى التفرع كاذب الشعبة الواحدة كما فى العنب شكل ٢٣ والبيتونيا شكل ٣٧



شكل ٣٧ ـ ساق البيتونيا يرى أن القمة النامية وقفت عن النمو باعطائها زهرة

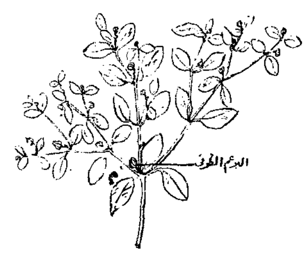
وفى هذه الحالة يرى أن محور النبات يتكون من عدة محاور.

٢ ــ كاذب الشعبتين : إذا كان نظام الأوراق متقابلا على الساق فإن البرعمين الابطيين المتقابلين يعطيان فرعين متقابلين يفوقان الفرع الأصلى فى الاستطالة لأن البرعم الطرفى وقف عن النمو شكل ٣٨



شكل ٣٨ ـ ساق كاذب الشعبتين

٣ ــ كاذب الشعب : والتفرع كاذب الشعب إذا كان على العقدة الواحدة أكثر من ورقتين وتعطى البراعم الابطية أفرعا والبرعم الطرفى يقف عن النمو شكل ٣٩



شكل ٣٩ - ساق أم اللبن Euphorbia يظهر التفرع كاذب الشعب

الورقة The Leaf

الورقة هى الصحيفة الخضراء التى توجد على السوق لتؤدى وظائفها المختلفة وتتركب من النصل والعنق والقاعدة وقد توجد على جانبى القاعدة أذينتـان Two stipules وقد تكون الورقة جالسة Sessile أى ليس لها عنق

نصل الورقه The Leaf Blade

نصل الورقة عبارة عن صحيفة خضراء لامعة اللون وقد تغطى بشعيرات أو مادة شمعية أو أشواك وهى إما أن تكون كاملة الحافة أو مفصصة ، أومسننة . أو يكون النصل متركبا من عدة وريقات وهذه الوريقات إما أن تنشأ عن تفرعات من حافة الأوراق الأولية (الناشئة) The Primordia مثل الورد أو تنشأ من تشقق النصل الصغير ، الملتف عند ما ينبسط كما فى أوراق النخيل .

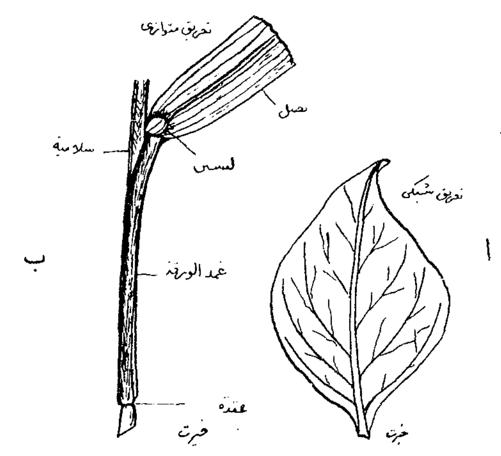
وأوراق النباتات ذات الفلقة الواحدة عادة بسيطة وقد تـكون مركبة ريشية كما فى العائلة النخيلية وأما أوراق النباتات ذات الفلقتين فتكون عادة أما بسيطة كورقة الدورنتا أو مركبة كورقة الفول أو مركبة متضاعفة كورقة السنط.

تعرق الأوراق The leaf venation

العروق هى الحزم الوعائية التى تمر من الساق متشعبة فى النصل فتمر فيهـا الأغذية المعدنية من الساق إلى النصل حيث تجهز هناك وترجع ثانيا إلى أعضاء

النبات المختلفة وزيادة على ذلك فانها تـكسب النصل الرقيق المفلطح قوة ومتانة ضـد المؤثرات الخارجية من أمطار ورياح . يمر فى نصل الورقة عرق وسطى Midrib (Main vein) يتفرع على الجانبين إلى أفرع جانبية ، وهذه إلى أصغر وأدق منها ، حتى تظهر متشابكة بعضها مع بعض وتكون مايسمى بالتعريق الشبكى ، كما فى أوراق نباتات ذات الفلقتين ، وقد يخترق نصل الورقة من أصله إلى قمته أكثر من عرق وسطى واحد ، وهـذه تـكون متساوية فى الغلظ وتتفرع منهـا عروق جانبية أدق منها فيتكون من ذلك التعرق الشبكى الراحى .

وأما أوراق نباتات وحيدة الفلقة فنظام التعريق فيها متواز أما طوليا كما فى القمح أو عرضيا كما فى الموز إذ يكون العرق الوسطى ، موازيا على الجانبين عروقا أدق منه وهذه تتقاطع عرضيا مع عروق غاية فى الدقة . والعرق الوسطى يكون ظاهراً تماما على السطح السفلى من النصل ويقابله على السطح العلوى تجويف طولى شكل ٤٠ وقد يكون التعريق فى أوراق النباتات ذات الفلقة شبكيا كما فى القلقاس



شكل ٤٠ - التعريق فى الأوراق
(ا) تعريق شبكى (ب) تعريق متواز

ونظام التعريق فى أوراق معراة البذور مثل الصنوبر وحيد التعرق وأما فى السرخسيات Ferns حيث يوجد كثير من العروق ولا تميز بينها فيلاحظ أنه ذو شعبتين .

نمو الأوراق Development of the leaves

تنمو الأوراق نموا خارجيا من درماتوجين وبريبلم القمة النامية للنبات وتظهر كنتوء أو انتفاخ غير مقسم يقال له الأوراق الأولية Primordia وتشغل الورقة الصغيرة عادة جزءاً من محيط القمه النامية أو قد تحيط بها فتسمو إلى عدة أوراق نموا متساويا من عقدة واحدة وتظهر فيما بعد فى نظام سوارى حول الساق .

يستطيل الساق عادة بقمته النامية ولكن نمو الورقة الأولية The leaf Primordia محدود إذ يستمر نموها مدة قصيرة عند قمتها ثم يقف هذا النمو

وقمة الورقة تنمو سريعا أكثر من باقى أجزائها وتتحول إلى نسيج مستديم ، ولذلك تحفظ الورقة النقطة النامية للبرعم وأما النمو الآخر الذى يحدث فى الورقة فيكون نموا بينيا Intercalary growth إذ يبتدىء عادة تحويل النسيج الابتدائى إلى نسيج مستديم من القمة ويتدرج حتى يصل القاعدة

عمر الأوراق Duration of the Leaves

فى كثير من النباتات تعمر الأوراق مدة أقل من الأفرع التى تحملها فعند ما يحل فصل الشتاء مثلا تسقط الأوراق وتترك ندبا Scars تدل عليها .

والنباتات التى تستمر عليها الأوراق نشيطة فى عملها عدة فصول تسمى دائمة الخضرة Evergreen وأما التى تسقط فيها الاوراق فى أى فصل من الفصول فتسمى متساقطة الاوراق Deciduous

ويتوقف الزمن الذى تمكثه ورقة ما من النبات ـ بعد تكونها ـ على نوع الشجرة ، وعلى المناخ والموقع ، والتربة ، وغير ذلك من الشروط ، ففى الحناء مثلا تبقى الاوراق فى الغالب على الافرع فى أثناء الشتاء و تسقط عند تفتح براعم جديدة فى الربيع ، وفى بعض المخروطيات لا تعبل الاشجار حتى تبلغ من العمر عشر سنين

أو أكثر . وليس سقوط الورقة أو الورق من السوق مجرد وقوع الجزء الذابل منه بفعل الصقيع والحرارة المفرطة ولكنه عملية فسيولوجية مستقلة تحصل من تفكك أنسجة النبات الموجودة بين قاعدة الورقة والساق وسنشرح هذه العملية فى باب تشريح الورقة .

أشكال الأوراق المختلفة Different forms of leaves

مع أن أوراق النباتات المختلفة ذات أصل ، وموضع واحد ، إلا أنها تختلف فى الشكل بالنسبة للوظائف المتباينة التى تؤديها وهى على انواع منها : —

١ — أوراق فلقية Cotyledons

الفلقات تكون الجنين مع الريشة والجذير وتستعمل لتخزين الغذاء مثل بزور الفول والفاصوليا واللوبيا والعدس وقد تستعمل للتمثيل كما فى بزور القطن والخروع والقرع وقد سبق شرح هذه الفلقات فى باب البزور وأنباتها

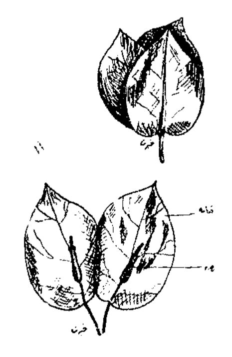
٢ — الأوراق الحرشفية Scale leaves

هى أوراق بسيطة جالسة خالية من المادة الخضراء وهى فى الغالب عبارة عن قواعد الأوراق التى فقدت أنصالها . إما بعد النمو أو من المبدأ ، إذ الجزء القاعدى من الورقة الأولية Primordia ينمو ليُكَوِّنَ القاعدة ، أما الجزء الطرفى منه الذى يُكَوِّنَ النصل والعنق عادة فيقف عن النمو بتاتا وقد تكون الورقة الحرشفية رقيقة مثل الاوراق الخارجية الحمراء ، فى البصل ، والأوراق التى تغطى السلاميات فى الكورمات Corms ، أو تكون خفيفة التشحم كما فى الجيروسليم Jerusalem أو تكون شحمية بيضاء مكتظة بالغذاء كما فى قواعد الأوراق الداخلية للبصل ، وتكون أيضا مغلفة البراعم الشتوية كما فى الحور والعنب أو التى تخرج من آباطها الأفرع المتحورة الخضراء مثل الرسكس والاسبرجس

٣ — القنّابة Bract

قد تحمل الأوراق أزهارا أو نورات فى آباطها فتسمى الأوراق قنابات . وهذه القنابات غالباً أصغر وأبسط من الأوراق العادية والقنابة تكون ذات لون

أخضر أو تتلون بألوان أخرى كما يحدث ذلك فى قنابات الجهنمية الحمراء، التى ترى فى إبط كل منها زهرة شكل ٤١ وتسمى القنابه الزهرية التى تكتنف أزهار النجيليات بالقنابع Glumes وفى النخيل ترى قنابة عظيمة تغلف كل النورة وتسمى بالقينوة Spathe



شكل ٤١ ـ قنابة الجهنمية
(ا) قنابات مقفولة (ب) قنابتين فى ابط كل منهما زهرة

٤ ـــ الأوراق الزهرية Floral leaves

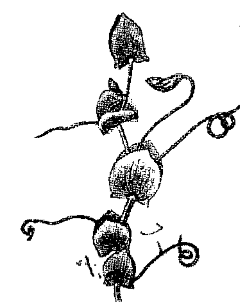
إن التخت الذى هو عبارة عن فرع ذا سلاميات قصيرة جدا ، وعقد متقاربة بعضها من بعض ، يحمل أوراقا زهرية عادة تكون مرتبة فى أربعة محيطات من الخارج الى الداخل : الكأس ثم التويج ثم الطلع ثم المتاع .

٥ ـــ البروفيل Prophylls

هى أوراق تخالف أوراق النبات العادية فتظهر على بادرة الفول والبازلاء ورقتان قصيرتان جالستان تخالفان أوراقها العادية المركبة وقد تسمى الأشواك التى على ساق البرتقال بروفيل وقد تسمى أيضا القنيبات Bracteoles وهى أوراق بسيطة صغيرة محمولة على قمع الزهرة بالبروفيل Prophyll

٦ ـــ المحاليق Tendrils

للنباتات المتسلقة بعض أوراق شكل ٤٢ أو وريقات شكل ٤٦ متحورة الى شكل محاليق وهى عبارة عن أعضاء رفيعة مستديرة لها حاسة اللمس ، ولها قدرة الالتفاف حول أى دعامة تلمسها . مثل وريقات البازلاء



شكل ٤٢ ـ ورقة نبات (من العائلة البقلية)
(ا) اذينتان متورقتان (ب) الورقة جميعها تحورت إلى شكل محلاق

٧ ـــ الأشواك Spines

قد تتحور الأوراق الى أشواك لحماية النبات من الحيوان وكذلك لتقليل النتح ، فتأخذ الورقة شكل الشوكة كما فى البرتقال والبربيرس شكل ٤٣ أو تكون قمة الورقة حادة جدا كما فى نوع الصبار Aloe . أو تكون حافة الورقة حادة شوكية كما فى ورقة البربيرس الخضراء .

٨ ـــ أوراق النباتات المائية :

هذه الأوراق أنواع ثلاثة : نوع يغمره الماء ويغطيه وآخر يطفو فوقه ، وثالث لا يتصل بسطح الماء إلا بعنقه

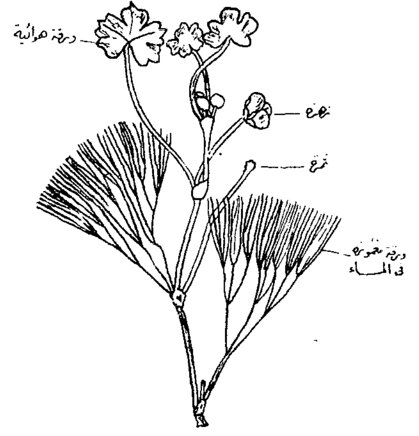
(ا) فالنوع الأول تقسم أوراقه الى شرائط ، خالية من الثغور ، وقد تتكون على بشرتها مادة الكيوتين الرقيقة وتكون ذات فجوات واسعة داخلية ، وتشتمل



شكل ٤٣ ـ نبات البربيرس

(ا) ورقة عادية لساق قزمى (ب) ورقة مركبة من ٣ وريقات متحورة إلى أشواك

على المـادة الخضراء لتمثيل الكربون الموجود فى المـاء شكل ٤٤



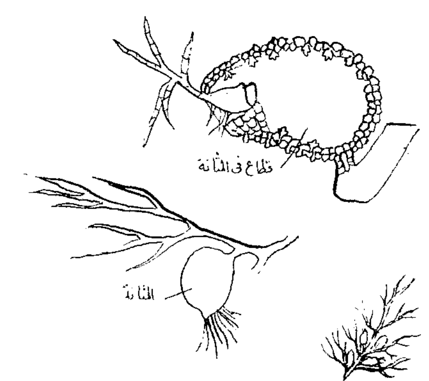
شكل ٤٤ ـ الأوراق المائية المجزأة

(ب) النوع الثانى تركيبه يشابه تركيب سابقه تقريبا إلا أن به ثغوراً على سطحه العلوى

(ح) وأما الأوراق الهوائية فهى أوراق عادية إلا أن الثغور توجد على سطحيها السفلى والعلوى على السواء

٩ ـ النباتات آ كلة الحشرات .

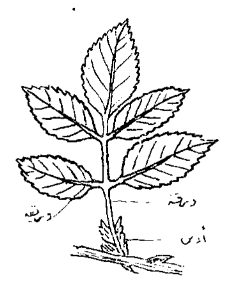
هذه النباتات لهـا أوراق تحورت لاقتناص الحشرات وبهـا غدد لتفرز الانزيمات التى تستعمل فى هضم وإذابة المواد العضوية ، وكل هـذه الأوراق تحتوى على المادة الخضراء لتمثيل ثانى اكسيد الكربون الجوى . شكل ٤٥



شكل ٤٥ـ نبات اليوتريكيولاريا وقطاع فى مثانة الورقة

الاذينات Stipules

الأذينتان العاديتان كما فى الورد هما زائدتان على جانبى قاعدة الورقة شكل ٤٦



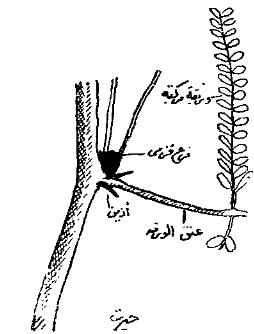
شكل ٤٦ ـ نبات الورد يبين الأذينتين العاديتين

وقد تتحور الأذينات على شكل ورقة لتأدية عملية التمثيل الكربونى كما فى البازلاء شكل ٤٧ وقد تتحور أيضاً على شكل أشواك لحماية النبات ، كما فى السنط شكل ٤٨

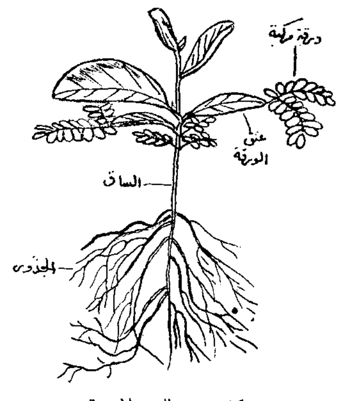


شكل ٤٧ ـ ورقة الباذلاء والأذينتان المتورقتان

وقد يتحور عنق الورقة إلى شكل مفلطح كما فى بعض أنواع السنط شكل ٤٩



شكل ٤٨ ـ أذينتا السنط المتحورتان إلى شوكتين



شكل ٤٩ ـ العنق المتورق

نظام الأوراق على السوق Leaf Arrangement on Stems

الأوراق منسقة على السوق تنسيقاً بديعاً وافياً ، وقد تكون متقابلة على العقد أى أن كل ورقتين متقابلتان على عقدة واحدة ، أو تكون الأوراق متبادلة

أى أن كل ورقة على عقدة متبادلة مع الورقة التى فوقها والورقة التى تحتها أو تكون فى نظام سوارى . إذا كانت أكثر من ورقتين ، على عقدة واحدة . والأفراد المكونة لهذا السوار ينفصل بعضها عن البعض دائماً بمسافات زاوية منتظمة قدرها ١٢٠° إذا كان على كل عقدة ثلاث ورقات فاذا وجدت ورقتان على عقدة واحدة كانت كل منهما على مسافة من أختها تساوى نصف محيط دائرة أى أنهما متقابلتان بالدقة ولا تكونان فى جنب واحد . شكل ٥٠ (ا ، ب ، ح)



شكل ٥٠ – يبين نظام الاوراق على الساق

(ا) نظام متبادل (ب) نظام متقابل متصالب (ج) نظام لولبى

وفى كثير من الأحيان يلاحظ أن الأوراق موزعة على طول الساق بحيث لا تنشأ عند كل عقدة إلا ورقة واحدة ومثل هذا النظام يسمى بالمتبادل Alternate أو اللولبى Spiral وإذا رسم خط من قاع الفرع إلى رأسه بحيث يمر بقاعدة كل ورقة على التتابع رأينا الخط لولبيا ، وإذا قيست المسافات بين الأوراق على طول الساق وجد أنها مختلفة عن ذلك فبعضها على مسافة بوصة وبعضها على مسافة بوصتين ، أو تزيد على أن مسافتها الزاوية الكائنة بين الأوراق محدودة ومنتظمة ، كما هو الحال فى النباتات ذات النظام السوارى ويعبر عن الافتراق أو مسافة الزاوية فى العادة بكسر من المحيط . فى النجيليات يكون الافتراق $\frac{1}{2}$ أى أن اللولب فى

مروره من ورقة إلى أخرى يلف حول $\frac{1}{2}$ محيط الساق وفى السرو يكون الافتراق $\frac{1}{3}$ وأما فى الكمثرى والبرقوق فان مسافة الزاوية $\frac{2}{5}$ من المحيط والافتراقات التى تغلب مشاهدتها $\frac{1}{2}$ ، $\frac{1}{3}$ ، $\frac{2}{5}$ ، $\frac{3}{8}$ ، $\frac{5}{13}$ وبعد الفحص يرى أن هذه الأوراق اللولبية النظام موضوعة فى سطور طولية مستقيمة على طول الساق . والنباتات ذات الافتراق الذى يساوى $\frac{1}{2}$ المحيط يكون لها سطران وما كان الافتراق فيها $\frac{1}{3}$ ثلاثة أسطر وما كان $\frac{2}{5}$ خمسة أسطر وهلم جرا تبعاً لما يدل عليه رقم المقام من الكسور .

وإذا انتخبنا أية ورقة من سطر من الأسطر ، وتتبعنا طريق اللولب حول الساق وهو يمس كل ورقة تالية للورقة التى ابتدأنا منها حتى يصل إلى ورقة أخرى على نفس السطر ، كان عدد الأوراق الملموسة من غير أن نحسب الورقة الأولى مساوياً رقم المقام من الكسور الدالة على مقدار الافتراق الزاوى . وكان البسط دالا على عدد اللفات الكاملة التى يسير فيها اللولب حول الساق مثال ذلك : إذا كان افتراق زوايا الأوراق على فرخ شجرة الكمثرى $\frac{2}{5}$ وانتخبنا ورقة بمثابة نقطة الابتداء فان الخط اللولبى يمر مرتين حول الساق حتى يصل إلى الورقة الثانية من نفس السطر . وفى سيره كذلك يلمس قواعد خمس أوراق ولكى يمكن معرفة نظام الأوراق على أى فرخ يجب ملاحظة قواعد الأوراق لا اتصالها إذ أن موقع الاتصال يتأثر بمؤثرات خارجية ولا سيما الضوء ، وقوة الثقل ، وقد يحدث أن تلتوى السوق فى أثناء نموها فيترتب على ذلك انتقال الأوراق من مواضعها الطبيعية . هذا وانتظام الأوراق على السوق يتوقف على ما فى النبات الحى من القوى الباطنية وفائدة هذا النظام أن يجعل جميع الأوراق معرضة بالتساوى للضوء والهواء فلا تقف إحداها فى سبيل مطالب غيرها بخلاف ما إذا كانت الاوراق موزعة بغير نظام

وصف عام للنبات

نبات الفول Vicia faba L.

١ — الجذر Root

اصلى — وتدى — لأنه نتيجة نمو الجذير Radicle ـ عليه جذور ثانوية متعامدة معه تقريبا وتشبهه فى الشكل والوظيفة ومترتبة عليه بنظام التعاقب القمى Acropetal succession — أبيض مصفر — خالى من المادة الخضراء — عليه عقد بكتيرية لتثبيت الأزوت الجوى

٢ — المجموع الخضرى Shoot System

أولا — الساق : Stem

عشبية — فى المقطع العرضى تظهر مربعة الشكل — جوفاء — خضراء اللون لوجود مادة الكلوروفيل — مقسمة إلى عقد Nodes عندها تحمل الساق الأوراق وبين كل عقدتين سلامية Internode — تحمل الأوراق فى أباطها براعم وينتهى ببرعم طرفى .

ثانيا — الورقة Leaf

مركبة — ذات أذينتين متحورتين إلى شكل ورقة للتمثيل ذات عنق نظامها على الساق متبادل ولو لففنا خيطا حول الساق مبتدئين بقاعدة ورقة ومارين بقواعد الأوراق التى فوقها نرى أن الخيط يلف لفة واحدة ليصل إلى الورقة التى فى صف الورقة الأولى وأنه يمر بورقتين غير التى ابتدأنا منها وعلى ذلك فالكسر الذى بسطه عدد اللفات ومقامه عدد الأوراق التى يمر بقواعدها الخيط ماعدا التى ابتدأنا منها هو $\frac{1}{2}$

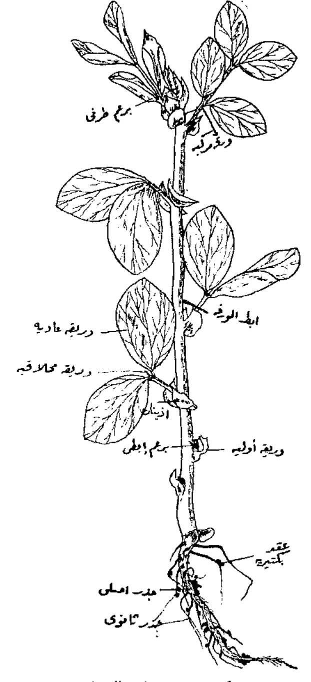
الوريقة إما عادية وإما متحورة إلى شكل محلاق تنتهى بها الورقة المركبة والوريقة العادية لها عنق قصير — العرق الوسطى ظاهر على السطح السفلى للنصل يقابله تجويف على سطح النصل العلوى — يتفرع منه على الجانبين عروق وهذه

تعطى بدورها عروقا أصغر وأدق منها ، وهكذا إلى أن يتكون التعريق الشبكى . الحافة كاملة — القمة دائرية ويوجد فى وسطها على امتداد العرق الوسطى سن دقيق جداً .

الاوراق الاولية Prophylls يلاحظ بالقرب من قاعدة الساق ورقتان بسيطتان جالستان تخالفان الاوراق العادية وينمو فى ابط كل منهما برعم .

ثالثا — البراعم Buds

البرعم إما أبطى أو طرفى . فالأبطى تخرج من أبط الورقة ـ نشيط ـ



شكل ٥١ ـ نبات الفول

ويغطى باوراق خضراء فهو صيفى - والبرعم الذى يخرج من ابط الورقة الاولية خضرى وأما التى تخرج من آباط الأوراق العادية فى العادة تكون زهرية

أما البرعم الطرفى فهو نشيط أيضا صيفى ومغطى بأوراق خضراء ويستمر فى نموه ليعطى استطالة الساق .

رابعا — ويلاحظ بين الجذر والساق وجود بقايا للفلقتين الباقيتين تحت سطح الارض ولذلك فالانبات أرضى وهما ضامرتان لنفاذ المادة الغذائية منهما . وهذا يدل على أن فائدتهما غذائية محضة لأن كل الغذاء الموجود فى الجنين مختزن فيهما ولذلك فهذه البزرة لا أندوسبرمية Exendospermous شكل ٥١

حيث أن النبات غير مزهر فى هذا الوقت فلا ضرورة لشرح الزهرة والنورة والثمرة والبزرة وهذه جميعها تشرح فى باب غير هذا

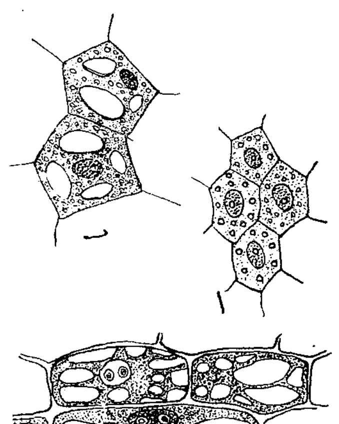


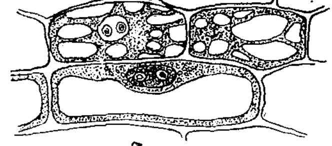
الباب الثانى

(١) تشريح النبات Anatomy of plant

الخلية The cell

تبنى اجسام النباتات الراقية من وحدات صغيرة Small units كما تبنى البيوت من الآجر والخشب مع البون الشاسع بين الوحدتين لأن الوحدة النباتية حية غالبا ، وتكون فى بدء حياتها ذات أحجام متماثلة واشكال متشابهة ومحتوياتها واحدة ، وبعد ذلك تنمو وتكبر وتتغير تبعا للوظيفة التى تؤديها للنبات - هذه الوحدات تسمى بالخلايا Cells شكل ٥٢





شكل ٥٢ - الخلايا النباتية « لاحظ محتوياتها »
(ا) خلايا مرستيمية (ب) ، (حـ) خلايا بالغة

وتتكون الخلايا من بروتوبلازم Protoplasm (سيتوبلازم ونواة) وتحاط هذه الكتله اللزجة بجدار خلوى Cell wall مع أن بعض أنواع الفطر مثل Plasmodium of myxomycete وكذلك الخلايا الحيوانية ليس لها جدار خلوى والخلية النباتية عادة صغيرة جدا حتى لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة بل يجب استعمال المجهر Microscope عند فحصها مع أن بعض النباتات تشتمل على خلايا كبيرة مثال ذلك الخلية الانثية The megaspore of cycas انبات السيكاس التى تنمو حتى يبلغ قطرها سنتيمترا واحدا ولكن الخلية الحيوانية كبيرة مثل بيضة الدجاجة أو النعامة

المحتويات الحية فى الخلية The living cell contents

توجد داخل الجدار الخلوى مادة لزجة يقال لها بروتبلازم و يعبر عنها بمادة الحياة فى الخلية ، وتشتمل على سيتوبلازم Cytoplasm ونواة Nucleus وبلاستيدات Plastids

١ — السيتوبلازم Cytoplasm

مادة هلامية تملأ جميع حيز الخلية الإنشائية وفى حالة الخلية البالغة تبطن الجدار الخلوى من الداخل ، وتحيط بفجوات الخلية وترسل خيوطاً سيتوبلازمية تتعلق بها النواة .

وبرتوبلازم الخلايا النباتية متحد بعضه مع بعض بخيوط سيتوبلازمية غاية فى الدقة ولا يمكن رؤيتها بالمجهر العادى وتعرف هذه الخيوط بالبلاسموديزمز Plasmodesmis وهذه الخيوط تمر من النقر Pits وقد تخترق كل غلظ الجدار الخلوى ، وبهذه الطريقة تتصل جميع أنسجة النبات فيسهل نقل الأغذية والاحساس بين الخلايا .

٢ — البلاستيدات Plastids

تنشأ البلاستيدات من بلاستيدات كانت موجودة من قبل بالانقسام وهى كالنواة لا يمكن أن توجد الا من موجود من نوعها وهى توجد منغمسة فى

السيتوبلازم وتتلون بألوان مختلفة حمراء أو صفراء أو زرقاء وتسمى كروموبلاستيدات Chromoplasts أو تكون خضراء اللون لوجود مادة الكلوروفيل وتسمى كلوروبلاست chloroplasts أو تكون عديمة اللون وتسمى ليكوبلاستيدات Lencoplasts وكل منها يمكن تحويله إلى الآخر فمثلا البلاستيدات عديمة اللون توجد فى الأجزاء النباتية البعيدة عن الضوء ، فإذا تعرض العضو إلى ضوء الشمس فسرعان ما تتحول إلى البلاستيدات الخضراء والعكس يمكن

وكذلك الحال فى الفواكه التى تكون فى مبدأ أمرها خضراء فإنها تأخذ الألوان المختلفة الخاصة بها من أحمر أو أصفر أو بنى أو غير ذلك

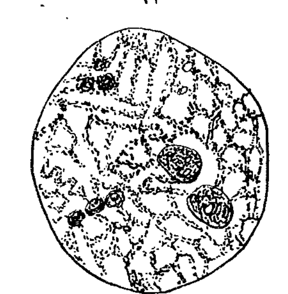
ولكل بلاستيدة وظيفة خاصة بها فمثلا الكلوروبلاستيدات تعمل على تمثيل الكربون الجوى وتحويله إلى مواد كربوايدراتية بمساعدة الضوء والماء والحرارة المناسبة . والكروموبلاستيدات تعطى الفواكه والبزور والأزهار الألوان المختلفة وكذلك الجذور مثل جذر اللفت والبنجر . وأما الليكوبلاستيدات فتوجد فى أعضاء النباتات الأرضية وتحول السكر إلى نشا حيث يخزن مثلا فى الدرنات ، ومع هذا فانه إذا عمل قطاع عرضى فى ساق البليونيا Pellionia يمكن ملاحظة تحويل الكلوروبلاستيدات الصغيرة المستديرة إلى الليكوبلاستيدات الكبيرة المفلطحة متصلة بحبيبات النّشا فى دور التكوين .

٣ — النواة Nucleus

النواة جزء مهم فى الخلية يؤدى كثيراً من النشاط الخضرى فى الخلية وخاصة النشاط التناسلى .

وتتركب النواة من شبكة كروماتينية Chromatin network مكونة من قضبان صغيرة تسبح فى سائل يعرف بالسائل النووى Nuclear Sap. وعند تقاطع تلك القضبان بعضها ببعض توجد أجسام تعرف بالنُويّات karyosomes أو (كروماتين نيوكلياى Chromatin Nucleoli) ويحيط بالنواة من الخارج غشاء رقيق هو الغشاء النووى Nuclear Membrane كما فى شكل ٥٣

وقد يوجد داخل النواة جسم كرى واحد أو أكثر يسمى بالنويه Nucleolus



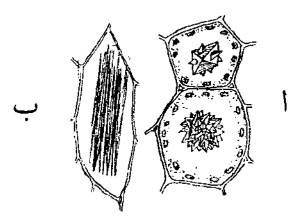
شكل ٥٣ ـ النواة « لاحظ محتوياتها »

والنواه ، وخاصة الشبكة الكروماتينية ، أهم جزء فى الخلية من الوجهة الحيوية إذ أن الخيوط الكروماتينية تحمل عوامل الوراثة Inheritable factors التى يرثها الأبن عن الأبوين سواء أ كان نباتا أم حيوانا . ويمكن الاستدلال على أهمية النواة أيضا بقطع الخلية إلى قسمين يشمل الأول منهما نصف البروتوبلازم بما فيه النواة ويكون الثانى خاليا منها أما القسم الأول فينمو ويستعيد ما نقص منه وأما الثانى فيموت بعد فترة من الزمن

المحتويات الميتة فى الخلية The nonliving cell contents

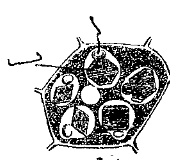
فى سيتوبلازم الخلية البالغة كثير من الفجوات ملآنة بالسائل الخلوى Cell Sap. وإليه يعزى غالب الطعم الخاص فى الفواكه والخضر التى نأ كلها بالنسبة إلى المواد الذائبة فيه أما البروتوبلازم والجدار الخلوى فلا طعم فيهما ويتركب هذا السائل الخلوى من مواد كثيرة مختلفة وفى بعض الأحيان تكون هذه المواد متبلورة ، فمن هذه المواد الأنثوسيانين Anthocyans وهى المادة الملونة للعصير الخلوى كما فى بتلة الجرانيوم والسكر مثل الملتوز Maltose والدكستروز Dextrose وسكر القصب Saccharose وكثير من الأملاح المعدنية والعضوية وكذلك يوجد الأنيولين Inulin وهى مادة كربوايدراتية Carbohydrate مخزنه فى حالة ذوبان ،

وتوجد مواد مختلفة منغمسة فى السيتو بلازم ومحاطة به مثل بلورات اكسلات الكالسيوم وتكون عادة على شكل إبر فى حزم ويقال لها Raphides شكل ٥٤ وحبيبات كرية من الزيوت Oil globules وحبيبات صغيرة غير



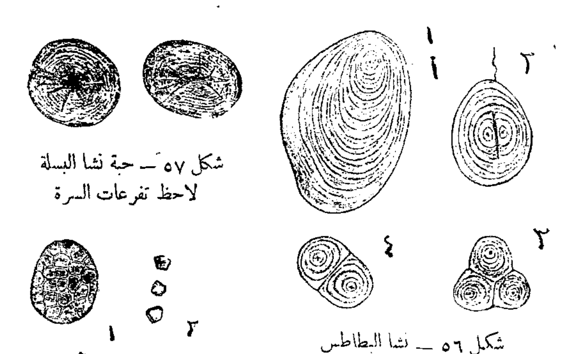
شكل ٥٤ — بلورات معدنية
(ا) بلورات مختلفة (ب) رافيدس

منتظمة من البروتين وحبيبات الألرون Aleurone وتتركب من مادتين الأولى الاجلوبويد Globoid التى تتكون من مادة الجلوبيولين ممتزجة بفسفات الكالسيوم والمغنسيوم . والثانية الكرستالويد Crystalloid التى تتكون من اكسلات الكالسيوم كما فى بزور الخروع شكل ٥٥ وكذلك يوجد كثير من أنواع حبيبات النشا المختلفة الأشكال ، والتكوين كما فى البطاطس (١) شكل ٥٦ والبسلة شكل ٥٧ والأرز شكل ٥٨ والقمح والشعير شكل ٥٩



شكل ٥٥
خلية من بذرة الخروع
(ا) الاجلوبويد
(ب) الاكرستالويد

(١) البطاطس تشتمل على نشا بمقدار ٢٠ ٪ والقمح ٧٠ ٪ وحجم حبيبات النشا يتراوح ما بين ٢٠و٠مم إلى ١٧٠و٠مم وأما حجم حبة النشا فى البطاطس فيبلغ ٠٩و٠مم
والدوائر Stratification التى تظهر فى حبة النشا نتيجة اختلاف كثافة الطبقات النشوية المتتابعة بعضها خارج بعض فالدوائر الأكثر كثافة تظهر لامعة بانعكاس الضوء عليها وهى متبادلة مع الدوائر الأقل كثافة الداكنة اللون والسرة Hilum هى مركز تكون الحبة وتظهر فى حبة نشا البطاطس على جنب فى المنظر السطحى .
ونشا البطاطس يوجد له ثلاثة أنواع :



شكل ٥٧ — حبة نشا البسلة
لاحظ تفرعات السرة

شكل ٥٦ — نشا البطاطس
(١) الحبة البسيطة (٢) الحبة نصف المركبة
(٣و٤) حبة مركبة

شكل ٥٨ — نشا الأرز
(١) الحبة المركبة
(٢) حبيبات بسيطة

وزيادة على ذلك توجد فى السيتوبلازم بعض الدهون Fats والبروتينات

---

١ — البسيطة Simple starch grain وهى عبارة عن حبة منفردة ذات نواة على جنب تحيط بها دوائر من النشا غير منتظمة .

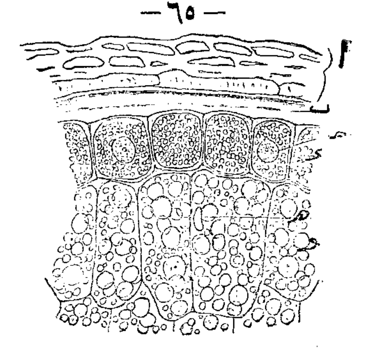
٢ — حبة نصف مركبة Half compound starch grain تشتمل على سرتين منفصلتين تحيط بهما عدة دوائر من النشا

٣ — الحبة المركبة Compound Starch grain هى حبيبات مجتمعة بعضها مع بعض كل منها له سرة ودوائر نشوية حولها ويحيط بها من الخارج جميعها دائرة نشوية وقد تكون حبتان أو ثلاثة كما فى درنات البطاطس أو أكثر من ذلك كما فى الشوفان والأرز

كيف تتكون حبة النشا

إذا أحاطت البلاستيدات العديمة اللون السرة (أصل منشأ حبة النشا) من مبدأ تكونها انتجت دوائر نشوية حولها منتظمة وتسمى هذه الحبة مركزية Concetric

أما إذا كانت البلاستيدات العديمة اللون متصلة بالسره فى جنب منها فتنمو الحبة سريعا فى الجانب الملامس للبلاستيدة أكثر من الجانب البعيد عنها ويقال للحبة جانبية السرة Excentric

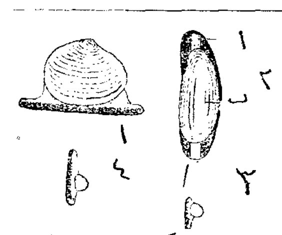


شكل ٥٩ — مقطع فى حبة القمح
(ا) الغلاف الثمرى (ب) الغلاف البزرى
(ح) نواة (د) طبقة الاليرون
(ه) حبة نشا (و) خلية تجمع فيها حبيبات النشا

والكربوايدرات على حالتـــه تعليق in suspension أو على حالة غروية in colloidal condition وكذلك توجد أملاح معدنية وانزيمات ولكن غالبية تركيب السيتوبلازم هو الماء .

أما إذا تكونت عدة نوايات فى البلاستيدة مجتمعة وتنمو نموا متساويا تقريبا فتتكون من ذلك حبة مركبة

وإذا أعطت الليكوبلاستيدات دوائر نشوية أكثر وأكثر تحيط بالحبيبات المجتمعة فانها تعد نصف مركبة شكل ٦٠



شكل ٦٠ — تكون حبيبات النشا من البلاستيدات العديمة اللون
(١و٣و٤) منظر جانبى (٢) منظر سطحى
(ا) بلورة بروتينية (ب) حبيبة نشا

انقسام الخلية Cell division

يبدأ النبات حياته كخلية واحدة تأخذ فى الانقسام إلى عدد كبير من الخلايا يتكون منها أعضاء النبات المختلفة

فتقوم النواة بالدور المهم فى انقسام الخلية إذ تنقسم هى أولا إلى قسمين ينفصلان بعضهما عن بعض بجدار من السيتوبلازم فينشأ من الخلية خليتان متشابهتان وهناك طرق مختلفة لانقسام النواة

أولا — الانقسام المباشر Amitosis

هذا الانقسام عبارة عن ظهور انقباض فى النواة يتعمق شيئا فشيئا فى باطنها إلى أن يقسمها إلى قسمين متساويين ويتبعها انقسام السيتوبلازم و بذلك تنقسم الخلية إلى خليتين متساويتين و متشابهتين وهذا الانقسام عادة فى خلايا النباتات الدنيئة مثل البكتيريا والخميرة

والقاعدة العامة فى النباتات الراقية هى أن تنمو خلاياها حتى تبلغ حجما خاصا عنده تنقسم النواة بطريقة أكثر تعقيدا منه فى الحالة السابقة يقال لها كريوكينيسيز Karyokinesis والنتيجة أن تنقسم الخلية إلى خليتين كل له نواة

والكريوكينيسيز له طريقتان فى الانقسام احداهما تسمى الانقسام غير المباشر Mitosis التى تختص بانقسام خلايا جسم النبات والثانية تسمى الانقسام الاختزالى Meiosis (Reduction division) ويختص هذا الانقسام بالخلايا التناسلية (البويضات وحبوب اللقاح)

ثانيا — الانقسام غير المباشر Mitosis division

عند ما تبدأ النواة فى الانقسام تنقسم القضبان الكروماتينية ثم ينشطر كل منها طوليا شطرين متساويين ومتشابهين ولذلك يكون عدد انصاف القضبان التى تمر إلى كل نواة بنوية يساوى عدد قضبان الأم والشكل (٦١) يبين الطرق التى يتخذها انقسام النواة وإليك الخطوات التى تتبع من المبدأ إلى النهاية

(١) الشبكة الكروماتينية تصبح منتظمة فى خيط ملتو Spireme

(٢) ينقسم هذا الخيط الى عدد من القضبان تسمى كروموسومات Chromosomes

(٣) ثم تظهر الخيوط المغزلية Spindle shaped fibres وتتعلق بها القضبان الكروموسومية

(٤) ثم تختفى النويات Nucleolus والجدار النووى Nuclear membrane

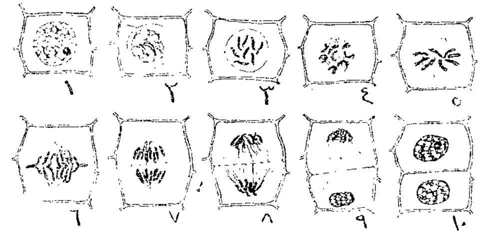
(٥) تترتب القضبان الكروموسومية فى الوسط

(٦) وينشطر كل منها طوليا شطرين متساويين ومتشابهين

(٧) ثم يتحرك نصف القضبان الكروموسومية الى احد القطبين (Pole)

(٨) ثم تتحد قضبان كل مجموعة مكونة بذلك شبكة كروماتينية نووية جديدة

(٩) ثم يظهر بعد ذلك فى الوسط غشاء من السيتوبلازم يفصل النواتين الجديدتين بعضهما عن بعض فتتكون خليتان من الخلية الأولى وهكذا



شكل ٦١ - انقسام غير مباشر

(١ - ٤) الطور التحضيرى (٥ ، ٦) الطور الانقسامى

(٧ ، ٨) الطور الانفصالى (٩) الطور النهائى (١٠) تكون خليتين

ملاحظتان : —

(١) فى كل قطب من قطبى الخلية الحيوانية جسم يتصل بالخيوط المغزلية و يقال له سنتروسوم Centrosome

وأما الخلايا النباتية فلا يوجد بها هذا الجسم الا فى بعض حالات خاصة

(٢) يتكون الاندوسبرم بطريقة الانقسام المباشر الا أن الجدر التى تفصل الخلايا البنوية لاتتكون ولذلك يلاحظ ان الخلية تشتمل على اكثر من نواة وهذا الانقسام يسمى بانقسام النواة Free nuclear division ومثل هذه الخلايا

الكثيرة النوايات يقال لها Coenocytes وتوجد أربع خطوات فى هذا الانقسام

الأولى تسمى الطور التحضيرى Prophase شكل ١ ، ٢ ، ٣ ، ٤

الثانية وتسمى الطور الانقسامى Metaphase شكل ٥ ، ٦

الثالثة وتسمى الطور الانفصالى Diaphase شكل ٧ ، ٨

الرابع وهى الطور النهائى Telophase شكل ٩

(٢) الانقسام الاختزالى Reduction division or meiosis

الخلايا التناسلية (حبوب اللقاح والبويضات) تنشأ بطريقة الانقسام الاختزالى حيث يختزل فيها عدد قضبان نواتى الخليتين الناتجتين الى نصف عدد قضبان نواة الخلية الأصلية وعلى ذلك فنواة كل من الخلايا التناسلية تحتوى على نصف عدد القضبان الموجودة فى خلايا جسم النبات الأصلى وعندما تتحد النواتان الذكرية والانثية ينتج عنهما نواة عدد كروموسوماتها بقدر العدد الموجود فى نوايات الخلايا الاعتيادية وهذا الانقسام اكثر تعقيدا من السابقين وفيه الاسبيريم Spiremes ينقسم إلى أجزاء يشتمل كل منها على قضيبين متصلين بأطرافهما ثم ينفصل كل قضيب عن الآخر ويتحرك كل منهما إلى قطب من قطبى الخلية ثم تتحد كل مجموعة من القضبان مكونة بذلك شبكة كروماتينية ثم يظهر فى الوسط قرص من السيتوبلازم يفصل النواتين بعضهما عن بعض وبذلك يكون عدد الكروموسومات الموجودة فى نواة كل من الخليتين الناتجتين نصف عدد كروموسومات النواة الأصلية شكل ٦٢

والانقسام الاختزالى Reduction division or heterotypic عادة يتبع بالانقسام غير المباشر Homotypic or mitosis division

التغيرات التى تحدث فى الخلية

عند ماتبدأ الخلية فى التحول من الحالة المرستيمية إلى الحالة البالغة تحدث لها عدة تغيرات نلخصها فيما يلى :

١ — زيادة الحجم :

تزداد الخلايا فى الحجم وتظهر داخلها كثير من الفجوات Vacuoles التى تكون عادة ممتلئة بالسائل الخلوى Cell Sap. وأما السيتوبلازم فيبطن الجدار الخلوى من الداخل وترسل خيوط منه تتعلق بها النواة فى الخلايا الحية مثل الخلايا البارنشيمية والخلايا الكولنشيمية والخلايا الكولنشيمية وغيرها ، أما الخلايا الميتة فتكون معدومة السيتوبلازم والنواة ، أى تكون عبارة عن جدار خلوى يحيط بفجوة فقط كما فى القصبات Vessels والقصيبات Tracheides والألياف Fibres

شكل ٦٢ — الانقسام الاختزالى
(١ إلى ١٢) الانقسام الاختزالى
(١٣ إلى ١٧) الانقسام غير المباشر

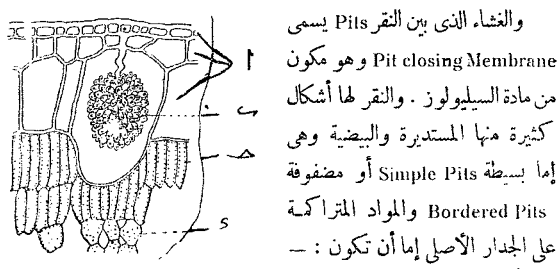
٢ — جدار الخلية Cell wall

إن جدار الخلية الأولى Middle Lamella يبقى رقيقا لمدة ما ثم تتراكم عليه المواد الناتجة من سيتوبلازم الخلايا من كلا الجانبين على حالة سيليولوز وهذا الغلظ يحصل بطرق مختلفة : إما بتراسب السيليولوز الجديد على القديم بشكل طبقات بعضها فوق بعض أو بتداخل جزئياته فى جزئيات السيليولوز القديم حتى يغلظ. وغلظه قد لا يكون تاما بل يُترَكُ جزء لايغلظ من الجدار الرقيق كالأصل وهذا الجزء الرقيق يسمى بالنقرة Pit

والجدار الأولى Primary membrane الذى يصير فى وسط الجدار الخلوى بعد غلظه يسمى Middle Lamella ويتركب من بكتات الكالسيوم أو بكتات معادن أخرى وهى قابلة للذوبان فى حامض الكلوردريك المخفف ولذلك يمكن تفكيك الخلايا بعضها من بعض بوساطة هذا الحامض وهى رقيقة دائما إلا عند الأركان تتسع شيئا ما بالنسبة لتقابل عدة جدر خلوية . وفى أحوال « لجننة » الجدر « وسوبرتها » فإن Middle Lamella « تتلجنن »

و «تسوبر» . وقد يحدث من المادة السيليلوزية الموجودة فى جدار الخلية نموات كثيرة كما فى خلايا أوراق الصنوبر أو خلايا بتلات الجرانيوم ، أو ترُسَلُ أجسام معنقة داخل الخلية تغطى بكربونات الكالسيوم ، وتشبه عنقود العنب ويقال لها Cystoliths كما فى أوراق التين Ficus Elastica شكل ٦٣

والغشاء الذى بين النقر Pits يسمى Pit closing Membrane وهو مكون من مادة السيليولوز . والنقر لها أشكال كثيرة منها المستديرة والبيضية وهى إما بسيطة Simple Pits أو مضفوفة Bordered Pits والمواد المتراكمة على الجدار الأصلى إما أن تكون : —



شكل ٦٣ — قطاع فى ورقة
(ا) البشرة (ب) السستولس
(ج) الخلايا العمادية (د) الخلايا الاسفنجية

أولا : الكيوتين Cutin

مادة الكيوتين توجد مغطية لخلايا البشرة من الخارج كما أنها توجد فوق الجدر الجانبية لخلايا الاندودرميس Endodermis

ثانيا : السوبرين Suberine

والسوبرين يوجد مترسبا على جدر خلايا الفلين

والسوبرين والكيوتين مادتان غير منفذتين للماء ولا للهواء ولكنهما قابلتان للتمدد والانثناء ولذلك نرى النباتات ذات الكيوتين الغليظ Thick Cuticle عندها قدرة العيش فى الصحراء مثلا

ثالثا : اللجنين Lignin

وقد تكون المواد المتراكمة على جدر الخلية مادة اللجنين Lignin كما يلاحظ فى جدر الأوعية Vessels والقصيبات Tracheides والألياف Fibres وهذه المادة تلون باللون الأحمر بصبغة السفرانين وتعطى النبات قوة تجعله يعيش

مستقيما ويقاوم العوامل الخارجية من رياح وأمطار وغيرها

رابعا : المادة الغروية Mucilaginous Substance

وقد تكون المواد المتراكمة على الجدر الخلوية غروية Mucilaginous تجعلها مرنة وباضافة المرونة إلى الشد الموجود بين الجدر الخلوية تنتج المسافات البينية Intercellular Spaces

خامسا : الصمغ The Gum

الصمغ مادة غروية Mucilaginous matter تتكون نتيجة تغيير كيماوى يحدث للجدار الخلوى وهو موجود فى نباتات مخصوصة مثل أنواع السنط

سادسا : السلكا Silica

وقد يتحد الجدار الخلوى بأملاح السلكا كما فى القمح والشعير والذرة وغيرها من النجيليات ولذلك يلاحظ أن حافة الأوراق حادة جدا كالسكين وكذلك توجد أملاح السلكا فى بعض أنواع الطحالب الصغيرة مثل Diatoms

سابعا : كربونات الكالسيوم Calcium Carbonate

فى أحوال قليلة تغطى النباتات بكربونات الكالسيوم كما فى نبات الكارا Chara وبعض الطحالب التى تُعزَى إليها نشأة السواحل المرجانية والصخور الجيرية

٣ — تكوين الفراغات بين الخلايا Formation of Intercellular Spaces

عند ما يتحول النسيج المرستيمى إلى نسيج مستديم وتغلظ الجدر الخلوية نرى الجدر الأولية middle Lamella يتفكك بعضها من بعض عادة بالنسبة لمرونتها والشد الذى يقع عليها من الخلايا المتجاورة فتحدث فراغات هوائية وخصوصا فى أركان الخلايا وتكون هذه الفراغات عادة فى القطاع العرضى مثلثة الشكل أو رباعية كما هو واضح بين الخلايا البارنشيمية ، وقد تحدث الفجوات من عدم نمو خلايا النسيج نموا متساويا ينتج عنه انفصال الجدر الخلوية بعضها عن بعض تماما وهى على أشكال عدة :

أولا — تتصل المسافات البينية بعضها ببعض وتتفرع إلى أنابيب ضيقة تم فى جميع أنسجة النبات .

ثانياً — وقد تكون قنوات ذات فجوة كبيرة ناجمة عن تباعد الخلايا بعضها عن بعض وهى متساوية الأقطار Isodiametric وتظهر فى القطاع العرضى مستديرة تقريبا وتحاط كل قناة بخلايا بارنشيمية رقيقة الجدر مفلطحة تقريبا تسمى Epithelial Layer وهى تفرز الراتنج Resin الذى يتسرب منها إلى القناة حيث يخزن هناك كما فى الصنوبر وتحاط هذه الخلايا البارنشيمية بنطاق من الخلايا الاسكلرنشيمية وتسمى هذه القنوات Schizogenous Canals شكل ٦٤ ا

ثالثاً ـ تنتج هذه الفراغات Lysigenous Cavity كما فى برعم القرنفل Eugenia Sp وفى قشرة البرتقال من تكسر وإذابة الخلايا الافرازية البارنشيمية التى لا تزال بقاياها محيطة بالقناة التى ليس لها شكل منتظم شكل ٦٤ ب

ا ب

شكل ٦٤ ـ القنوات الافرازية
(ا) شيزوجنس (ب) ليسوجنس

رابعا — وقد يحدث أن خلايا النسيج جميعه تتجدد ثم تتكسر بالنسبة لعدم النمو المتساوى فى الخلايا فيتلاشى الجزء الوسطى من النخاع بهذه الطريقة وتموت خلاياه فتصبح السوق جوفاء كما فى ساق الفول والقرع .

أنواع الخلايا النباتية Kinds of Plant cells

قد يتركب جسم النبات من خلية واحدة ذات نواة واحدة تقوم بكل الوظائف النباتية كالتناسل والافراز والتكاثر والتغذية وغيرها مثل الـكلاميدومونس وبعض الفطريات والبكتريا أو من خليه واحدة كبيرة ذات نوايات كثيرة مثل القنوات اللبنية وخلايا الاندوسبرم وبعض الطحالب أو من مستعمرة من الخلايا لا تمييز بين خلاياها كما فى البندورينا Pandorina أو من مستعمرة فيها أربعة أنواع من الخلايا كل يؤدى وظيفة خاصة كما فى الفلفوكس Volvox أو من شريط من الخلايا كما فى الاسبيروجيرا Spirogyra

وأما جسم النباتات الراقية فيتركب من مجموعة من الخلايا المختلفة بالنسبة

للعمل الخاص الذى تقوم به كل منها ، ويلاحظ أن الخلايا المتشابهة فى التركيب والعمل يجتمع بعضها مع بعض وتُـكَوّن النسيج لتؤدى الوظائف المختلفة للنبات .

والخلايا النباتية كثيرة منها : خلايا مرستيمية أى خلايا إنشائية حية وخلايا بالغة وهى إما أن تكون حافظة لمادة البروتوبلازم أى مادة الحياة وخلايا فقدت هذه المادة وصارت ميتة شكل ٥٢ ب ، حـ

أولا : الخلية المرستيمية Meristematic cell

هذه الخلية حية وتشبه قالب الطوب ولها جدار رقيق سيليولوزى يحيط بمادة البروتوبلازم التى تملأ جميع حيز الخلية ولا توجد بها فراغات هوائية نواتها كبيرة بالنسبة لحجمها شكل ٥٢ (ا) ولا توجد مسافات بينية بين الخلايا وهى قابلة للنمو والانقسام وهى توجد فى مواضع مختلفة من النبات مثل القمة النامية فى الجذر والساق وعند العقد ، وبين الخشب واللحاء فى الحزم المفتوحة

تحويل الخلية المرستيمية إلى خلية بالغة

تتحول الخلية المرستيميه إلى خلية بالغة بأن تظهر قطرات من الماء داخل بروتوبلازم الخلية وتزداد شيئا فشيئا فى الحجم والعدد إلى أن يتصل بعضها ببعض فيتكون منها فجوة أو عدة فجوات Vacuoles داخل الخلية ممتلئة بالعصير الخلوى Cell sap الذى يدفع البروتوبلازم نحو الجدار الخلوى الرقيق فيلتصق به ويكسوه بطبقات جديدة يفرزها عليه فيزيده ثخناً ومتانة ليقاوم بها قوة دفع العصير الخلوى لأن تضخم الخلايا وكبرها ليس معناه أن كمية بروتوبلازمها زادت بل هو تجدد الفجوة أو الفجوات داخلها .

ثانيا — الخلايا البالغة Adult cells

تنقسم الخلايا البالغة قسمين وهما : (١) ـ الخلايا الحية . (٢) ـ الخلايا الميتة

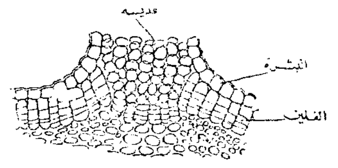
(١) الخلايا الحية Living cells

خلايا حية بالغة Living adult cells وهى كثيرة العدد فى النبات متنوعة الأشكال مختلفة الوظائف تشتمل على المادة الحية بروتوبلازم ، وقد فقدت قدرتها

على الانقسام وقتيا ، إذ يمكنها أن تتحول إلى خلايا مرستيمية من جديد ، تعطى الأنسجة المختلفة وهى :

(ا) خلايا البشرة Epidermal cells

وهذه الخلايا مفرطحة ومستطيلة وملتصقة التصاقا تاما بعضها ببعض وليس بينها مسافات بينية إلا فتحات الثغور والعديسات . Lenticels شكل ٦٥ والجدر



شكل ٦٥ — العديسة « لاحظ تمزق البشرة وتكون الفلين »

الجانبية للخلايا ذات تموجات متداخل بعضها فى بعض تداخلا يزيد فى قوة تماسكها أما الجدر الخارجية فثخينة مغطاة بطبقة من الكيوتين تختلف باختلاف البيئة النباتية فهى غليظة فى النباتات الصحراوية لتقلل البخر ، وأما فى النباتات المائية فإنها رقيقة جدا ، وقد تنعدم حتى لا تمنع دخول الماء من جميع أعضاء النبات

(ب) الخلايا البارنشيمية Parenchyma cells

وهى خلايا بالغة حية ذات أقطار متساوية وتكون مستطيلة أو ذات أشكال أخرى وهى تشتمل على مادة البروتوبلازم وفيها فجوات Vacuoles ممتلئة بالعصير الخلوى Cell-sap وتحاط بجدار خلوى سيليولوزى رقيق تتخلله نقر بسيطة Simple pits مستديرة أو بيضية وبين الخلايا مسافات بينية Intercellular spaces وتستعمل هذه الخلايا لخزن المواد الغذائية وكذلك لتوصيلها من عضو إلى آخر وفيها البلاستيدات الخضراء التى تستعمل فى تمثيل الكربون الجوى والبلاستيدات عديمة اللون

وقد تحفظ الخلايا البارنشيمية بينها بفجوة واسعة تستعمل فى التهوية أو خزن الهواء يقال لها ارنكيما Aerenchyma كما يشاهد فى النباتات المائية

(ج) الخلايا البروزنشيمية Prosenchyma cells

هذه الخلايا تشبه الخلايا السابقة البارنشيمية من جميع الوجوه إلا أن لها أطرافا مدببة .

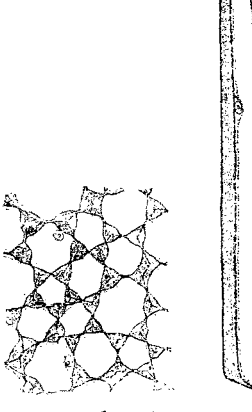
(د) الخلايا الكلورنشيمية Chlorenchyma cells

هذه الخلايا بارنشيمية تشتمل على المواد الخضراء فى النبات وهى موجودة فى قشرة ساق النبات كما فى القرع واللوف وعباد الشمس والسمسم والبرسيم أو قشرة الأشجار الصغيرة السن .

وأما فى الأوراق فنراها على شكلين خلايا عمادية Palisade وخلايا اسفنجية Spongy cells وسيأتى الكلام عليهما فى باب تشريح الورقة

(هـ) الخلايا الكولنشيمية Collenchyma cells

هذه الخلايا متساوية الأقطار وقد تكون لها أطراف مدببة أو تكون أطرافها ذات جدار عرضى وتشتمل على مادة البروتوبلازم ويوجد فيها فجوات ممتلئة بالعصير الخلوى وجدرها سيليولوزية غير متساوية الغلظ لأن أركانها أغلظ من بقية جدرها ولا توجد بين الخلايا مسافات بينية وإذا وجدت كانت ضيقة جدا وتكون النسيج الميكانيكى فى النباتات الصغيرة السن عادة مثل الفول واللوف وعباد الشمس لأنها موجودة فى القطاع العرضى داخل طبقة البشرة مباشرة شكل ٦٦



شكل ٦٦ — الخلايا الكولنشيمية

(و) الخلايا الافرازية Secretory cells

وهى خلايا أنبوبية متفرعة فى جسم النبات وسيأتى الكلام عليها فيما بعد

(ز) الأنابيب الغربالية Sieve tubes

تتكون هذه الأنابيب من عدة صفوف عمودية من الخلايا وكل خلية ذات طرفين قمعى الشكل والحواجز العرضية مثقوبة بثقوب كثيرة فيها يتحد بروتوبلازم الخلايا بعضه مع بعض ويقال لهذه الثقوب الحواجز الغربالية Sieve plates وهى خلايا حية محوطة بجدار سيليولوزى رقيق

وقبل تكون الحواجز الغربالية تنقسم كل خلية إلى خليتين كبراهما خال من النواه وتُكوِّن جزءاً من الأنبوبة الغربالية وصغراهما ذات نواة وتكون الخلية المرافقة Companion cell وقد تكون خليتان مرافقتان أو ثلاث لكل خلية غربالية

والخلية المرافقة ذات سيتوبلازم أكثف من الخلية الغربالية شكل ٦٧

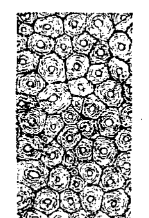
شكل ٦٧ - الأنابيب الغربالية والخلايا المرافقة والحاجز الغربالى

(٢) الخلايا الميتة Non-living cells

هذه الخلايا هى النوع الثانى من الخلايا البالغة وهى خلايا وصلت نهايتها فى الكبر وفقدت مادة الحياة وقدرتها على الانقسام نهائيا وهى على أشكال شتى منها :

(١) الخلايا الاسكلرنشيمية Sclerenchyma cells

وهى خلايا ميتة ذات جدار غليظ ملجنن يحيط بفجوة ضيقة جداً وتتخلله نقر والخلية عادة مدببة الطرفين ، وتظهر فى القطاع العرضى خماسية الشكل أو سداسية وليس بينها مسافات بينية ، ومنها خلايا حجرية Stone cells وخلايا ليفية Fibrous cells شكل ٦٨



(١) والخلايا الحجرية لها شكل الخلايا البارنشيمية تقريبا وتظهر جلية فى القطاع العرضى فى ثمرة الكمثرى فى مجاميع محوطة بالخلايا البارنشيمية ، وفجوة كل خلية ضيقة غير ظاهرة وجدرها غليظة غلظاً غير متساو . وتظهر فيها قنوات طويلة متفرعة يقال لها pit canals

(٢) الألياف Fibres ألياف اللحاء وألياف الخشب متشابهة التركيب مكونة من خلايا ميتة ضيقة طويلة ذات أطراف مدببة جدرها غليظة ملجننة مصحوبة بعدد من النقر تعطى أعظم قوة ميكانيكية للنبات ، ليقاوم بها التمزيق والانحناء وقد يبلغ طول الليفة الواحدة كما فى الكتان ٥ سنتيمتر وأكبر طول لهذه الخلية يبلغ ٢٢ سنتيمترا كما فى نبات البهميريا Boehmeria ويلاحظ فى القطاع العرضى أن هذه الخلايا تتصل بعضها ببعض اتصالا تاما ولا توجد بينها مسافات بينية

شكل ٦٨ - الألياف

(ب) الأوعية أو القصبات Vessels

تتركب الأوعية من مجموعة صفوف من الخلايا متراصة بعضها فوق بعض تلاشت جدرها العرضية حتى صار كل صف منها كأنه أنبوبة أو اسطوانة واسعة طويلة ، شكل ٦٩ (ا و ب و ج)

وهذه الخلايا ميتة جدرها ملجننة غير متساوية الغلظ إذ يتخللها عدد من النقر . وهذه الأوعية تستعمل فى رفع الماء الأرضى ومع ذلك تستعمل كقوة ميكانيكية ومتوسط طول الأوعية فى خشب البلوط ٤ بوصة وفى خشب البندق والبتولا ٥ بوصات حسب

شكل ٦٩ - الأوعية
(ا) تغليظ حلقى (ب) تغليظ لولبى (ح) تغليظ شبكى

قياس الأستاذ Adler ويختلف غلظ جدر الأوعية اختلافا عظيما يتوقف على وقت تكون الوعاء. فاذا تكونت الأوعية وقت نمو النبات كان الغلظ حلقيا Annular أو لولبيا Spiral

أما إذا تكونت وقت النمو الثانوى فان جدرها تغلظ غلظا شبكيا Reticulate كما فى اللوف، أو ذا نقر مضفوفة، أو غلظا سلميا Ladder كما فى خشب الألنص Alnus

الغلظ الحلقى واللولبى Spiral and Annular thickening

يتكون هذا النوع من الغلظ فى الخشب الأولى Protoxylem من رواسب على جدر الوعاء الداخلية، يتصل بعضها ببعض بوصلة ضيقة وفى أثناء مرور المياه فى الوعاء ينتشر الحلزون كالزنبرك أو تبعد الحلقات بعضها عن بعض بتمدد الجدار الرقيق الواقع بينها تدريجيا

فاذا كان النمو فى النبات عظيما جدا وبسرعة تتمزق هذه الوصلات، وتزول الأوعية وتظهر بدلها قناة غير منتظمة Irregular canal كما فى ساق القمح والذرة.

الغلظ الشبكى Reticulate thickening

يحدث هذا الغلظ من رسوب المواد على الجدار الأصلى السيليولوزى وتكون الرواسب متداخلة بعضها فى بعض حتى تعمل شكلا شبكيا كما فى ساق نبات القرع واللوف.

النقر المضفوفة Bordered pits

هذا النوع من الغلظ موجود بكثرة فى أوعية الخشب الثانوى وكل نقرة لها حافتان متداخلتان شكلهما دائرى أو كثير الأضلاع، وفتحة النقرة تظهر كدائرة أو شق صغير فإذا قطعنا أوعية الخشب قطعا طوليا ظهرت النقرة المضفوفة كدائرتين ذات مركز واحد هو الفتحة والجدار الخلوى الأولى الذى يفصل الخليتين يسمى Pit membrane ويغلظ منه جزء فى فتحة النقرة يسمى بالسرة Torus وهذا النظام يقفل ويفتح النقرة حسب الطلب فيمر منه الماء والهواء من وعاء إلى آخر

(ج) القصيبات Tracheides

تتركب كل قصيبة من خلية واحدة ميتة موجودة فى الأفرع الغليظة، والأوراق وهى خلايا طويلة جدرها ملجننة وغليظة غلظا لولبيا، أو حلقيا أو بالنقر المضفوفة أو سلميا ويتركب خشب النباتات المعراة البذور من هذا النوع من الخلايا فقط

وهى قوة ميكانيكية عظيمة للنبات مع أنها تستعمل فى توصيل الماء الأرضى لجميع أجزائه شكل ٧٠

(د) خلايا الفلين Cork cells

هذه الخلايا سمراء اللون بسبب مشتملاتها الميتة وهى مفلطحة ومتصلة بعضها ببعض تماما ولا وجود للمسافات البينية بينها وجدرها الخلوية مسوبرة Suberised مع أن الجدار الأولى middle Lamella ملجنن، وفى بعض الأحيان توجد طبقة ثالثة سليولوزية تغطى السوبرين وهذه الطبقة قد تتلجنن Lignified ويحيط الجدار الخلوى بفجوة ممتلئة بالهواء. وهذه الخلايا تحفظ النبات من الحرارة وتمنع تبخر الماء ودخول الطفيليات Parasites مثل الفطريات والبكتريا.

شكل ٧٠ - القصيبات

أنواع الأنسجة النباتية Kinds of Tissues

١ - النسيج المرستيمى The Meristematic Tissue

ويسمى النسيج الانشائى Formative tissue وخلاياه صغيرة الحجم ذات شكل مكعب وممتلئة بمادة البروتوبلازم ونواياه كبيرة بالنسبة لحجمها وتحاط بجدار خلوى رقيق وليس بين الخلايا فجوات هوائية وتتميز هذه الخلايا أيضا بكثرة انقسامها.

والخلايا الانشائية التى يتكون منها النسيج البالغ أنواع تختلف بالنسبة إلى موضعها فى النبات وأصل تكوينها ومنها :

أولا : النسيج الانشائى الأولى Primary meristematic tissue يوجد فى قمة الساق وقمة الجذر والريشة والجذير والسويقة الجنينية السفلى والعليا ، وبين الخشب واللحاء خلايا الكمبيوم الأولى التى تعتبر من هذا النسيج وفى عقد بعض النباتات ذات الفلقة الواحدة مثل الذرة .Zea Sp والقصب .Saccharum Sp خلايا قابلة للانقسام والتجدد وتسمى بالخلايا المارستيمية بين العقدية Intercalary meristem

ثانياً النسيج الانشائى الثانوى Secondary meristems و يتكون من خلايا بالغة فقدت قدرتها على الانقسام ثم عاودها النشاط ثانياً فتحولت إلى خلايا مرستيمية ثانية وتسمى إذ ذاك بالخلايا المرستيمية الثانوية مثل خلايا الكمبيوم بين الحزمى Interfascicular Cambium والكمبيوم الفلينى Phellogen سواء أكان فى الساق أو فى الجذر أو فى منطقة الجروح أو تكون عند سقوط الأوراق وقد ينشأ نمو ثانوى بمثل هذه الطريقة فى النباتات ذات الفلقة الواحدة مثل الدراسينا والألوى Draceana and Aloe

٢ — النسيج الضام Roundary tissue

النباتات عادة مزودة بنسيج خارجى يقيها فقدان الماء وشر المؤثرات الخارجية كالحيوانات الضارة وحرارة الشمس اللافحة ، وفقدان المواد القابلة للتطاير . هذا النسيج هو البشرة Eqidermis و الفلين Cork

البشرة Epidermis

تتكون البشرة من خلايا الدرماتوجين Dermatogen وهى نسيج أولى مستديم وتحيط بجسم النبات ولكنها تسمح بمرور الغازات داخل النبات وخارجه من فتحات يقال لها الثغور وغلاظها غالبا عبارة عن خلية واحدة ، وخلاياها حية مفلطحة أو مستطيلة وليس بينها مسافات بينية وجدرها الخلوية الجانبية مسننة ، وهذا ما يزيد فى قوة تماسكها بعضها ببعض وتظهر خلاياها فى القطاع العرضى عدسية

أو رباعية الشكل ، وتبطن خلاياها من الداخل بطبقة رقيقة من السيتوبلازم يحيط بفجوة كبيرة ممتلئة بالعصير الخلوى الذى قد يلوّن بألوان مختلفة من أحمر وأصفر وبرتقالى وقد يكون عديم اللون وهذه الخلايا خالية من المادة الخضراء إلا الخلايا الحارسة Guard cells فانها مشتملة عليها ، وكذلك توجد المادة الخضراء فى بشرة بعض النباتات مثل الفرن Fern والنباتات المائية Water plants والنباتات المحبة للظل .

والجدار الخارجى لخلايا البشرة مغلظ عادة بمادة السيليولوز والكيوتين إلا فى أحوال قليلة مثل جدار خلايا بشرة البتلات وخلايا بشرة النباتات المائية والجذور على العموم ليس عليها مادة الكيوتين

والكيوتيكل Cuticle المكون من الكيوتين يظهر فى المنظر السطحى متجعدا وذا تموجات وهو يمنع تبخر الماء ويزيد قوة النبات الميكانيكية

والجدار الخارجى للبشرة المغطى بالكيوتيكل قد تتجمع عليه رواسب الشمع على شكل حبيبات ، أو عيدان دقيقة وهذا يسهل انزلاق الماء عن سطح النبات كما فى سوق وأوراق القصب وسطوح الفواكه اللامعة

وقد تُقَوَّى خلايا البشرة برسوب كربونات الكالسيوم وأملاح السليكا على جدرها الخارجية وقد تنمو بعض خلايا البشرة فى السوق والأوراق وتكون زوائد ، على صورة شعيرات وتسبب الملمس الخشن لها ، أو على صورة شعيرات جذرية تستعمل فى امتصاص الماء ، أو على صورة أشواك . لتستعمل فى وقاية النبات من الحيوان كما فى الورد .

والشعر الذى ينمو على سطح الساق أو الورقة فهو فى ابسط أشكاله عبارة عن خلايا البشرة نمت أطول من جاراتها على أن بعض الشعر هو امتدادات كثيرة الخلايا والشعر خشن الملمس أحيانا وهو بمثابة واسطة للدفاع ضد الحشرات والحيوانات على وجه عام وحائل دون أشعة الشمس والضوء ويقال النتح وقد يكون بمثابة آلات مفرزة وتسمى غدداً Glands تفرز مركبات زيتية راتنجية كما فى النعنع وحشيشة الدينار وقد تكون المادة المفرزة لزجة تمنع النمل من تسلق سوق النباتات والوصول إلى رحيق الزهرة .

الفلين Cork

عند ما يزداد الساق فى الغلظ يلاحظ أن البشرة تتقطع هنا وهنالك وتتعرض الأنسجة الداخلية للمؤثرات الخارجية ولذلك نلاحظ تحت هذه القطوع وقبل حدوثها تكون طبقة مولدة من البشرة نفسها أو من خلايا القشرة التى تليها وتسمى بالفلوجين لتكوّن خلايا الفلين فتحفظ أنسجة النبات الداخلية من المؤثرات الخارجية شكل ٧٢

١ البشرة
١ الفلين
١ الخلايا التى تكون
١ القشرة

شكل ٧٢
لاحظ تكون الفلوجين

النسيج الأساسى Fundamental tissue

يتركب هذا النسيج من الخلايا البارنشيمية الحية والكولنشيمية والكلورنشيمية والخلايا الميتة الاسكليرنشيمية ويتميز هذا النسيج فى سوق النباتات ذات الفلقتين إلى ثلاث مناطق القشرة التى تحيط بالاسطوانة الوعائيه والنخاع pith الذى يوجد فى مركز الساق والشعاع النخاعى Medullary rays والذى يوصل فى الغالب النخاع بالقشرة فى النباتات الحديثة السن وأما النسيج الأساسى فى سوق النباتات ذات الفلقة الواحدة فهو عبارة عن نسيج بارنشيمى ونسيج اسكليرنشيمى بالقرب من سطح الساق تنتشر فيه الحزم الوعائية وقد لا تتميز فيه المناطق السابقة أما النسيج الأساسى فى الأوراق فهو النسيج الميزوفيلى المكون من الخلايا العمادية والاسفنجية منغمسة فيه الحزم الوعائية

٤ — النسيج المقوى أو الميكانيكى Mechanical tissue

النبات معرض لعدة مؤثرات خارجية منها الانحناء Bending والشد الطولى Longitudinal stretch والضغط الطولى L. Compression والضغط العرضى Radial pressure ولذلك يلاحظ أن النبات مزود بقوًى ميكانيكية مرتبة ترتيبا عادلا يقاوم بها هذه المؤثرات السابقة فالطحالب والنباتات المائية

التى تنبت فى مجرى ماء شديد التيار تقاوم الضغط الطولى وكذلك جذوع الأشجار الضخمة Trunk تقاوم أيضا هذه القوة الطولية وما تحمله من الأفرع تقاوم الضغط العرضى والانحناء وكذلك الفواكه المدلاة تقاوم الشد الطولى وكذلك الجذور تقاوم هذه القوة (الشد الطولى)

والجدار الخلوى هو أبسط قوة ميكانيكية فى النبات ولكن هذه القوة لا تكفى النباتات الراقية حيث تزود النباتات بقوتين عظيمتين من الأنسجة وهما النسيج الليفى Sclerenchyma والنسيج الكولنشيمى وقد سبق أن وصفت خلاياهما وتوجد هذه القوة فى مواضع مختلفة من النبات

أولا : فى السوق الاسطوانية حيث يقع الضغط على كل جسم النبات بالتساوى فالقوى الميكانيكية تكون فى شكل دائرة كما فى ساق عباد الشمس وهى دائرة من الخلايا الكولنشيمية داخل البشرة مباشرة وخلايا اسكلرنشيمية المكونة للبريسيكل

ثانيا : إذا كانت السوق مضلعة مثل الفول واللوف والقرع وغيرها من نباتات العائلة الشفوية فإنا نلاحظ أن القوى الميكانيكية تكون مباشرة داخل البشرة وهى خلايا كولنشيمية وتكثر عند الأركان وفى حالة نبات القرع يوجد نطاق من الخلايا الاسكلرنشيمية خارج الحزم الوعائية زيادة عن القوة السابقة

ثالثا : وفى سوق النباتات ذات الفلقة كالنباتات التابعة للعائلة النجيلية Graminae أو العائلة الزنبقية Liliaceae يلاحظ أن القوى الميكانيكية المركبة من خلايا اسكلرنشيمية تكون بالقرب من السطح

رابعا : والريزومات لها قوة ميكانيكية مركزية لتقاوم بها قوة الشد

خامساً : كذلك النباتات المائية لها قوة ميكانيكية مركزية

سادسا : الجذور لها هذه القوة المركزية الميكانيكية التى تصحب الحزم الوعائية لتقاوم قوة الشد أيضا

سابعا : الأوراق دائما عرضة للتمزيق بالرياح ولذلك تكون مزودة بنسيج ميكانيكى فى حوافها وأن أبسط واق لها هو غلظ الجدار الخلوى الخارجى للبشرة ولكن قد يوجد نسيج كولنشيمى أو اسكلرنشيمى يلى بشرة الحافة من الداخل

كما فى ورقة الكافور Eucalyptus وكذلك فى الأوراق ذات الحواف المسننة فان هذه القوة الميكانيكية توجد فى قاعدة الأسنان

٥ — النسيج الماص Absorbing System

كل المواد التى تدخل فى جسم النبات بالضغط الاسموزى وغيره من العوامل يجب أن تكون فى حالة سائلة ، وتمتص هذه المواد بطرق كثيرة منها :

أولا : الطحالب التى تعيش فى الماء باستمرار تمتص الماء والمواد الذائبة فيه بجميع جسمها .

ثانيا : سوق النباتات التى تنمو على اليابس قد تمتص الماء الجوى بخواص متنوعة منها شعيراتها وقوة تركيز عصيرها الخلوى وغيرهما كما فى النباتات الصحراوية مثل اليهق Diplotaxis harra والملح Reaumuria hirtella والدهامة Heliotropium luteum

ثالثاً : أهم جزء لامتصاص الماء الأرضى هى الشعيرات الجذرية Root hairs كما هو معروف فى النباتات العادية .

رابعا : النباتات عديمة الشعيرات الجذرية مثل النباتات المائية تمتص الماء بالسوق والأوراق .

خامساً : النباتات عديمة الجذور مثل الحزازيات والسرخسيات تمتص الماء الأرضى بشعيرات يقال لها ريزويد Rhizoids

سادسا : الجذور الهوائية لها تركيب خاص إذ أن الأكسودرمس محوطة بطبقات من خلايا لها خاصية امتصاص الماء الجوى وتسمى Vellamen

سابعاً : قد يزود الجنين أثناء نموه بممصات ليمتص الغذاء ففى نباتات الأوركدز Orchids يلاحظ أن الممصات Haustoria تنمو من المعلق Suspensor على شكل أنابيب ، وتخترق النقير وتمتص الغذاء من جدار المبيض لتوصيله إلى الجنين

ثامنا : عند إنبات بعض الحبوب والبزور نلاحظ أن إذابة وامتصاص المادة الأندوسبرمية يكونان بالفلقة كما فى القمح والذرة والبلح أو بالفلقتين كما فى الخروع والكتان وقد مر ذكر ذلك عند البزور وإنباتها

تاسعا : بعض النباتات الراقية المزهرة لها حياة طفيلية إذ تمتص الغذاء من

العائل بوساطة ممصات كما فى الحامول والهالوك والرافليزيا Rafflesia

عاشراً : قد تزود أوراق النباتات آكلة الحشرات بزوائد لتمتص الغذاء العضوى الناتج من تحليل وإذابة الحشرات المقتنصة كما فى عدس الماء Utricularia والديونيا Dionaea وسيأتى الكلام عليها بالتطويل فى باب النباتات آكلة الحشرات

٦ — النسيج التمثيلى Photosynthetic tissue

الخلايا الكلورنشيمية خصوصا الموجودة فى الأوراق مكونة من خلايا عمادية وخلايا اسفنجية وتشتمل على المادة الخضراء لتمثيل الكربون الجوى وتحويله إلى مواد كربوايدراتيه

٧ — النسيج الافرازى Secretory tissue

توجد الخلايا الافرازية فى أنسجة النباتات المختلفة إما منفردة أو فى صفوف وقد تكون متساوية الأقطار أنبوبية وجدرها عادة « مسوبرة » وفى بروتوبلازمها القليل أو الميت توجد إفرازات عديدة الأنواع نتيجة عملية الهدم والبناء Metabolism ويستعمل كمادة واقية وهذه المواد هى المادة الغروية Mucilage والصمغ Gum والزيت الطيار Ethereal oil والراتنج Resin والتانين Tannin والقلويات Alkaloids وبلورات أملاح حمض الاكساليك

والخلايا اللبنية Laticiferous cells عديمة الحواجز وتفرز مادة اللبن Latex وهى أنابيب عديدة الأفرع لا تفصلها جدر عرضية بعضها عن بعض وجدرها مرنه سيليولوزية غير ثخينة وبروتوبلازمها طبقة رقيقة تبطن الجدر من الداخل عديدة النوايات وفى بعض الأوقات تحتوى على حبوب نشا والعصير الخلوى فى الأنابيب اللبنية بنى أو أبيض سائل وإذا تعرض للهواء يتجمد بسرعة Coagulate . وهذه الأنابيب اللبنية يمكن مشاهدتها فى الجنين كخلايا عديدة منفردة خارج آثار الحزم الوعائية وإن كل خليه لبنية تستطيل كلما نمت بادرة النبات وتنساب بين الخلايا البارنشيمية وتستمر هكذا فى نموها طول حياة النبات وعلى ذلك يلاحظ أن عددها محدود أى لا يزيد فى النبات التام النمو عنه فى حالة الجنين شكل ٧٣

ثانيا : قد تزول الحواجز بين الخلايا ويتحد بعضها ببعض وتكون ما يسمى بالوعاء اللبنى Laticeferous vessel الذى يستعمل كخزان للمواد المفرزة وهى تماثل الخلايا اللبنية فى شكلها الخارجى وفى محتوياتها إلا أنها تخالفها فى أنها مركبة من عدة خلايا اتحد بعضها ببعض مكونة شكل شبكة وأن الحاجز العرضى فى الخلايا ربما يبق



شكل ٧٣ ـ الخلايا والأوعية اللبنية

وهذه الأوعية اللبنية توجد فى نباتات العائلة الخشخاشية Papaveraceae والعائلة المركبة Compositae كما فى جنس السريس Cichoriceae والخس Lactuca وفى عائلة الكامبايوليسى Campanulaceae

ثالثا : Lysigenous Cavities وقد مر ذكرها

٨ — النسيج الموصل Conductive Tissue

يحتاج النبات إلى نسيج ناقل يوصل الغذاء الأرضى أو الغذاء المجهز من الهواء إلى جميع أجزائه . ولذلك يتكون نوع خاص من النسيج يخترق النبات من الجذر إلى الساق ثم الأوراق ويسمى بالنسيج الناقل وهذا النسيج يتركب من الحزم الوعائية وقد تتقاطع هذه الحزم مع نسيج آخر يسمى بالشعاع النخاعى فتتم بذلك الوصلة بين جميع أجزاء النبات

وقد تشترك مع الحزم الوعائية فى رفع العصارة إلى أعلى وتوزيع الأغذية المجهزة خلايا النخاع والأشعة النخاعية والقشرة والخلايا البارنشيمية التى تتخلل الخشب واللحاء

٩ — النسيج المختزن Storage Tissue

المواد التى يكونها النبات بالتمثيل الكربونى لا تستنفد دفعة واحدة بل لا بد لها أن تختزن لتستنفد بالتدريج فهى إما أن تختزن فى الخلايا التى تكونت فيها مثل خلايا نبات الاسبيروجير Spirogyra وإما أن تختزن فى أنسجة خاصة تسمى

بالنسيج البارنشيمى كما فى النباتات الراقية وأعضاء التخزين فى هذه النباتات هى : البزور والثمار والجذور والبصلات والدرنات والريزومات والكورمات .

المواد المختزنة Storing materials

المواد التى تختزن فى النبات كثيرة ، وموجودة به على أنواع شتى . وقد يجتمع منها فى النبات الواحد أكثر من مادة وفيما يلى إيضاح ما أجملناه :

أولا : الماء Water النسيج الذى يستعمل مخزنا للماء خاص بالنباتات الزيروفيتية والنباتات الحلمية Epiphytes وفى بعض الأوراق خلايا بارنشيمية تحت البشرة العليا تستعمل كمخزن للماء كما فى الفيكس الستكا Ficus Elastica وأما فى النباتات الشوكية Cactus والأجاف Agave ونبات الثلج Mesembryanthemum فالماء مختزن فى خلايا البشرة نفسها

وتخزين الماء ليس بقاصر على الأوراق فقد تستعمل البصلات مخزنا كما فى نباتات الأركدز Orchids كما تستعمل درنات البطاطس والبطاطة فى خزنه

وجدر خلايا البشرة فى بعض البزور مثل بزور الكتان تشتمل على مادة غروية Mucilage تساعد على امتصاص الماء وحفظه فى الخلايا

ثانيا : والسكر والبروتين مجتمعان يخزنان فى العصير الخلوى لأنسجة بعض النباتات مثل البصل والبنجر

ثالثا : كما يجتمع البروتين والنشا فى خلايا واحدة كما فى البطاطس

رابعا : وحبيبات الأليرون Aleurone grains والنشا توجدان فى بذور الفول والبسلة

خامسا : وتجتمع حبيبات الأليرون مع حبيبات الزيوت كما فى بذور الخروع

سادسا : كما تجتمع حبيبات الأليرون مع السيليولوز كما فى بذرة البن والنخيل

سابعا : وأما فى ثمار القمح فتوجد أنسجة خاصة بالنشا وأخرى خاصة بالأليرون وفى الفطر المسمى Sclerotium of claveceps يخزن الدهن وسكر النشا Fats and Glycogen

١٠ — النسيج التنفسى The Ventilating System

يتركب هذا النسيج من الثغور Stomata والعديسات Lenticles شكل ٦٥ والفراغات الهوائية Intercellular spaces وكل موضح فى بابه الخاص

١١ — النسيج التناسلى Reproductive System

وهو خاص بالخلايا التناسلية التى يعبر عنها بالبيضة egg or Ovum وحبة اللقاح Pollen grain . وسيشرح فى بابه الخاص

ترتيب اللحاء والخشب فى الحزم الوعائية

Arrangement of Phloem and xylem in the Vascular bundles

الحزم الوعائية لها أنواع ثلاثة تختلف بالنسبة لموضع الخشب واللحاء بعضهما من بعض وهذه هى :

١ — الحزمة المركزية Concentric bundle

فى هذا النوع نرى أحد عنصرى الحزمة « الخشب واللحاء » موجودا فى مركزها والآخر محيطا به .

أولا : فاذا كان الخشب فى المركز واللحاء حوله سميت الحزمة مركزية الخشب Amphicribral كما فى النباتات المائية ، ونباتات الفرن .

ثانياً : وإذا كان اللحاء فى المركز والخشب حوله سميت الحزمة مركزية اللحاء Amphivasal كما فى ساق الدراسينا ، وفى ريزوم النباتات ذات الفلقة الواحدة

الحزمة القطرية Radial bundle

الخشب فى هذا النوع متبادل مع اللحاء ، أى أن كلا منهما على نصف قطر ، وحزم الجذور كلها من هذا النوع

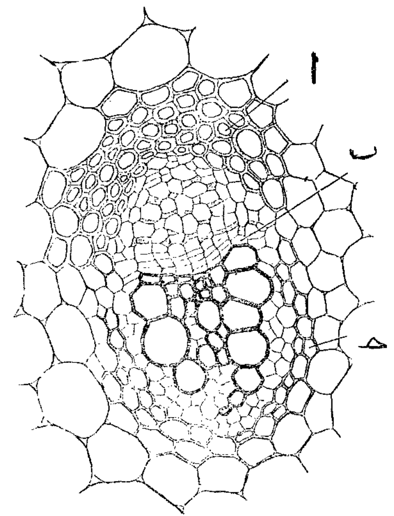
وفى حزم الجذور الحديثة فى النباتات ذات الفلقتين يفصل الخشب عن اللحاء بخلايا بارنشيمية تتحول بعد قليل إلى خلايا مرستيمية إنشائية تُكَوّن كامبيوم بين

الخشب واللحاء ، يعطى لحاء ثانويا فى الجهة الخارجية . وخشبا ثانويا فى الجهة الداخلية يدفع الخشب الأولى نحو مركز الساق

٣ — الحزمة الجانبية Collateral bundle

هى حزمة يوجد فيها الخشب واللحاء على نصف قطر واحد

ففى حزم سوق النباتات ذات الفلقتين نجد اللحاء مفصولا عن الخشب بنسيج مرستيمى ، يسمى الكامبيوم ، ويقال إنها حزمة جانبيـــة مفتوحة Open collateral bundle شكل ٧٤



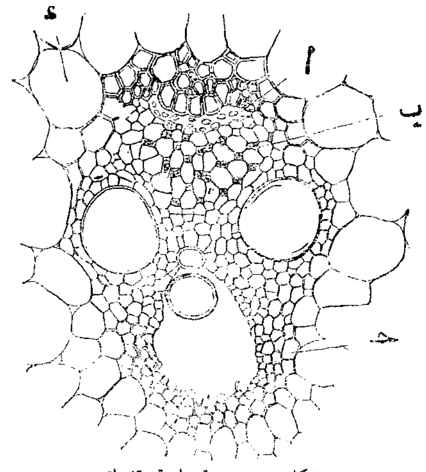
شكل ٧٤ - حزمة جانبية مفتوحة

(ا) ألياف اللحاء (ب) الكامبيوم (ج) ألياف الخشب

وقد يوجد الخشب بين لحاءين أحدهما خارجى ، ويفصله عن الخشب كامبيوم ، والآخر داخلى ، كما فى نباتات العائلة القرعية . ويسمى هذا النوع من

الحزم حزمة مفتوحة ذات جانبين Open bicollateral bundle

وأما حزم سوق النباتات ذات الفلقة الواحدة فلا نجد الكامبيوم بين الخشب واللحاء ، وتسمى حزما جانبية مقفولة Closed collateral bundles وهذا النوع الأخير من الحزم موجود فى الأوراق أيضا شكل ٧٥



شكل ٧٥ ـ حزمة جانبية مقفولة

(ا) ألياف اللحاء . (ب) خلية مرافقة وأنبوبة غربالية

(حـ) ألياف تحيط بالحزمة (د) خلايا النسيج الأساسى

تشريح الجذر الحديث

Anatomy of young Root

الجذر دائما تحت سطح الأرض ومعرض لقوة الشد ومختص بامتصاص الماء والأملاح الذائبة فى الأرض وتركيبه التشريحى يوافق هذه الخواص

ومما يساعد الجذر فى تثبيت النبات فى التربة تفرعاته الكثيرة ثم وجود قوته الميكانيكية فى مركزه فمعظم الجذور ذات قوة ميكانيكية ممثلة بعناصر الخشب

xylem من أوعية وألياف وبالنخاع الذى يشتمل على خلايا جدرها مغلظة تغليظا يسمح لها أن تقاوم قوة الشد ولكن فى جذر البسلة Pea والفول Bean وبعض النباتات البقلية نجد الألياف فى اللحاء أيضا وتستعمل كقوة ميكانيكية ، والجذور المساعدة Prop root كما فى جذور الذرة والقصب ، تعمل القوة الميكانيكية نطاقا يتخلل خلايا القشرة البارنشيمية ونرى فيها الأسطوانة المركزية أكبر حجامنها فى الجذور العادية للذرة ويكون الخشب أقرب إلى السطح الخارجى وهذه الخواص تقرب الجذور المساعدة من الساق فى الصفات التشريحية

والجذور الهوائية Aerial roots فى النباتات الحلمية تتحور بالنسبة لما تقوم به من وظيفتى الامتصاص والتمثيل الكربونى معا . إذ تحتوى خلايا القشرة على مادة الكلوروفيل ، وأما امتصاص بخار الماء الجوى فتقوم به خلايا تسمى Vellamen المتكونة من عدة طبقات نتيجة انقسام طبقة الدرما تحن عدة انقسامات ، وستشرح بالتفصيل فى باب النباتات الحلمية .

فاذا فحصنا قطاعا عرضيا لجذر حديث فى منطقة الشعيرات الجذرية لاحظنا :

١ — أن الجذر يغطى بطبقة من الخلايا ذات جدر سيليولوزية غير ثخينة متصلة بعضها ببعض من غير أن تتخللها فتحات ، وبعض خلاياها يمتد إلى أنابيب يقال لها شعيرات جذرية . وعند ماتزول الشعيرات الجذرية تزول معها هذه الطبقة التى وظيفتها الخاصة تكوين الشعيرات الجذرية فقط ولذلك يقال لها Piliferous layer ويلاحظ داخل هذه الطبقة الذابلة طبقة الاكسوديرمس Exodermis وهى ذات خلايا أصغر من خلايا القشرة ، جدرها الخلوية ثخينة « مسوبرة » suberised وغير منفذة للماء وهذا التغيير فى خلايا الاكسوديرمس لا يحدث إلا بعد زوال الشعيرات الجذرية حتى لا تمنع مرور الماء من الخارج إلى الأوعية الخشبية وفى أحوال قليلة كما فى بعض جذور ذات الفلقة الواحدة يظهر الاكسودرمس مبكراً قبل زوال الشعيرات الجذرية وفى هذه الحالة يلاحظ وجود خلايا ذات جدر رقيقة تتخلل خلايا الاكسوديرمس Exodermis المغلظة الجدر . تسمح بمرور الماء من الخارج إلى الداخل

٢ — القشرة cortex

القشرة واسعة النطاق وذات خلايا برانشيمية رقيقة الجدر تتخللها مسافات بينية Intercellular spaces تساعد على تبادل الغازات . وتفصل القشرة عن الاسطوانة الوعائية طبقتان من الخلايا تسمى الخارجية منهما بالاندوديرمس Endodermis المعتبرة جزءا مكملا لنسيج القشرة والداخلية تسمى بالبريسيكل Pericycle

ا — الاندوديرمس Endodermis

وهى ذات طبقة واحدة من الخلايا متصلة بعضها ببعض تمام الاتصال أى لا يوجد بينها مسافات بينية وهى تُـكوّن غلافا حول الاسطوانة الوعائية وعلى جدر خلاياها الجانبية جزء ثخين من الكيوتين Cutin ومادة الكيوتين عبارة عن مادة دهنية مُفْرَزَة من خلايا النخاع البرانشيمية Parerchyma وهى تكون نطاقا حول الخلية يساعد فى اتصال الخلايا بعضها ببعض ويساعد أيضا على عدم ضياع الماء من خلايا الخشب إلى خارج النبات . وأول من اكتشف هذا الغلظ فى الجدار الجانبى الأندودرمس هو العالم كسبيرى Caspari ومن أجل هذا سُمّىَ casparian Strips

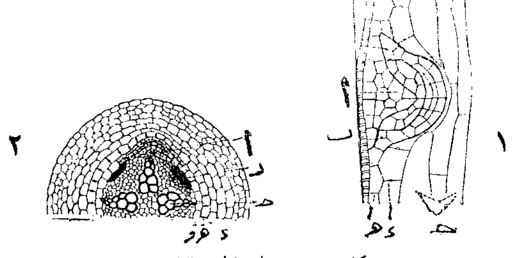
وتختلف جذور النباتات بعضها عن بعض فى موضع ثِخَن الجدر الخلوية للاندوديرمس فيوجد الثِخَنُ فى بعضها على الجدر الجانبية فقط وبعضها يوجد على الجدر الجانبية والداخلية فيكون الثخن محيطاً بجميع الجدار الخلوى ، وفى هاتين الحالتين الأخيرتين تترك خلية من بين خلايا الأندوديرمس بدون تغليظ وتكون عادة مقابلة للخشب الأول Protoxylem لتستعمل كطريق لمرور الماء من الخارج إلى الاوعية الخشبية

ب — البريسيكل Pericycle

وتوجد طبقة أخرى داخل الاندوديرمس مباشرة تسمى البريسيكل pericycle ملاصقة للبروتوزيلم وخلايا اللحاء وهذه الطبقة تتكون منها الجذر الجانبية الثانوية والفلين وسيأتى ذكره بعد

منشأ الجذور الثانوية The Origin of secondary Roots

تنمو الجذور الثانوية نموا داخليا Endogenously branching فتتحول خلايا البريسيكل إلى خلايا مرستيمية وتنقسم عدة انقسامات تُـكَوِّن كتلة من الخلايا تخترق نسيج القشرة (بمساعدة الأنزيمات التى يفرزها نسيج القشرة) وخلايا الاندوديرمس التى تعمل جيبا لهذه الكتلة فى مبدأ الأمر . وقبيل خروج الجذر الثانوى من الاكسوديرمس تتكون القلنسوة لتقى النقطة النامية من حبيبات التربة الخشنة شكل ٧٦



شكل ٧٦ — يبين نمو الجذر الثانوى

١ — (ا) إبتداء نمو الجذر الثانوى (ب) قصبية ذات تغليظ لولبى (ج) القشرة (د) الاندوديرمس (هـ) البريسيكل

٢ — (ا) ابتداء نمو الجذر الثانوى (ب) اللحاء (ح) الخشب (د) القشرة (هـ) الاندوديرمس (و) البريسيكل

وفى جذور النباتات ذات الفلقتين يدل عدد الجذور الثانوية على عدد الحزم الوعائية أو ضعفها ، لأنها أما أن تنشأ من خلايا البريسيكل المواجهة لخلايا البروتوزيلم فقط ، أو منها ومن خلايا البريسيكل الواقعة بين البروتوزيلم ونسيج اللحاء . وفى هذه الحالة الأخيرة تنشأ جذور ثانويه ضعف عدد الحزم الوعائية فاذا دققنا النظر فى بادرة الفول التامة النمو لاحظنا أن الجذور الثانوية مرتبة فى خمسة صفوف على امتداد الجذر الأصلى وليست عديمة النظام ولا يظهر هذا

الترتيب فى جذور النباتات ذات الفلقة الواحدة أى لايتفق عدد الجذور الثانوية مع عدد الحزم بسبب كثرة عددها

٣ — الأسطوانة الوعائية Vascular Cylinder

وأما الحزم الوعائية فهى تشابه الحزم الوعائية للساق فى عناصرها إلا أنها تخالفها فى موضع البروتوزيلم Protoxylem الذى يتجه إلى الخارج والميتازيلم Metaxylem الذى يتجه جهة الداخل وسبب هذا الخلاف هو قرب البروتوزيلم من الشعيرات الجذرية لحمل الماء الأرضى إلى جميع أجزاء النبات لأن خلاياها لها جدر غليظة غلظاً لولبيا أو حلقيا قابلا للمط والانكماش

كما تخالفها فى أن اللحاء والخشب متبادلان كل منهما على نصف قطر ، ولذلك تسمى الحزمة قطرية Radial B.

وتتميز الجذور بعضها عن بعض بعدد الحزم الوعائية فبعضها يشتمل على حزمتين Diarch أو ثلاث Triarch أو أربع Tetrarch أو خمس Pentarch أو كثير الحزم Polyarch كما فى جذور النباتات ذات الفلقة الواحدة — إلا أن جذر البصل يشتمل على عدد محدود من الحزم الوعائية مع أنه من ذات الفلقة الواحدة .

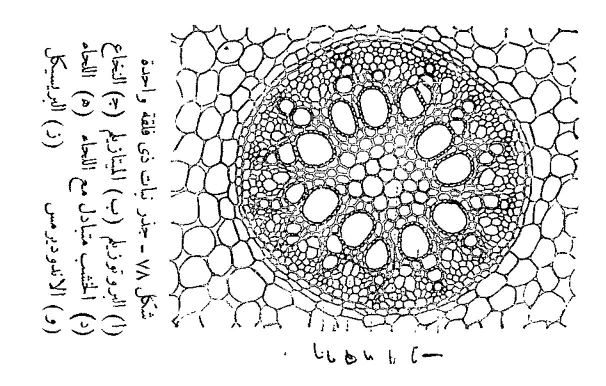
٤ — النخاع Pith

قد يوجد فى البدء ثم يتلاشى تدريجيا كلما ازداد غلظ الجذر فينضغط النخاع بوساطة خلايا الخشب الثانوية .

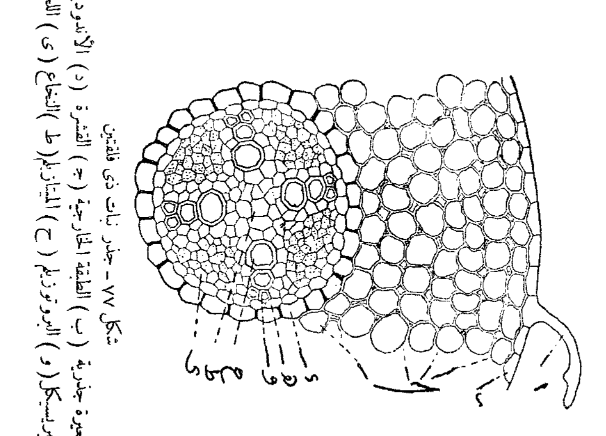
موازنة بين جذر نبات ذى فلقتين ونبات ذى فلقة

جذر نبات ذى فلقتين	جذر نبات ذى فلقة واحدة
١ — الطبقة الخارجية فى منطقة الشعيرات تنمو خلاياها فتعطى شعيرات جذرية	١ـ الطبقة الخارجية فى منطقة الشعيرات تنمو خلاياها فتعطى شعيرات جذرية .
٢ — القشرة واسعة النطاق وتتكون من خلايا بارنشيمية رقيقه الجدر لا تمنع مرور الماء	٢ـ القشرة واسعة النطاق وتتكون من خلايا بارنشيمية دقيقة الجدر لاتمنع مرور الماء .

جذر نبات ذى فلقتين	جذر النبات ذى فلقة واحدة
٣ـ الأندوديرمس طبقة واحدة من الخلايا	٣ـ الأندوديرمس طبقة واحدة من الخلايا
٤ — البريسيكل طبقة واحدة من الخلايا داخل الأندوديرمس ، وتنمو خلاياها وتنقسم وتصبح مرستيمية فينمو منها فى اتجاه البرتوزيلم الجذور الثانوية فتصبح الجذور الثانوية بقدر الحزم الوعائية وقد تنمو خلاياها التى تقع بين الخشب واللحاء وتكون الجذور الثانوية وفى هذه الحالة يكون عددها ضعف عدد الحزم الوعائية .	٤ـ البريسيكل طبقة واحدة من الخلايا داخل طبقة الاندوديرمس وتنمو خلاياها وتنقسم فى مواضع مختلفة لتعطى الجذور الثانوية التى لا يتفق عددها مع عدد الحزم الوعائية
٥ — ينمو من البريسيكل خلايا السكامبيوم الفلينى فيتكون الفلين وتزول طبقة القشرة بعد ذلك .	٥ — طبقة البريسيكل قد لا يتكون منها الفلين فتبقى القشرة مدة أكثر من بقائها فى ذات الفلقتين ولا تزول إلا من تآكلها بحبيبات التربة .
٦ — الحزم الوعائية محدودة العدد	٦ـ الحزم الوعائية كثيرة إلا فى أحوال جذر البصل
٧ — الخلايا البارنشيمية الموجودة بين الخشب واللحاء تتحول إلى خلايا الكامبيوم الثانوى فيتكون منها خشب ثانوى لجهة الداخل ولحاء ثانوى لجهة الخارج	٧ — الخلايا البارنشيمية الموجودة بين الخشب واللحاء تبقى بحالتها التى كانت عليها من المبدأ
٨ — يحدث نمو ثانوى وسيشرح فى بابه	٨ — لا يحدث نمو ثانوى
٩ — النخاع قد ينضغط بنسيج الخشب وتصبح الجذور بغير نخاع شكل ٧٧	٩ — النخاع واسع النطاق ويتكون من خلايا بارنشيمية وفى أحوال قليلة يُمثَّل النخاع بفجوة واسعة كما فى جذر البصل شكل ٧٨



شكل ٧٨ ـ جذر نبات ذى فلقة واحدة
(ا) البروتوزيلم (ب) الميتازيلم (ح) النخاع
(د) الخشب متبادل مع اللحاء (ه) اللحاء
(و) الاندوديرمس (ز) البريسيكل



شكل ٧٧ ـ جذر نبات ذى فلقتين
(ا) شعيرة جذرية (ب) الطبقة الخارجية (ح) القشرة (د) الأندوديرمس
(ه) البريسيكل (و) البروتوزيلم (ح) الميتازيلم (ط) النخاع (ى) اللحاء

تشريح الساق الحديثة

Anatomy of young Stem

تحمل الساق الأوراق والأزهار والثمار وهى الوصلة بين الجذر والزوائد التى تحملها وهى معرضة عادة للضوء والرياح ولذلك يخالف تركيبها الداخلى تركيب الجذر المعرض لقوة الشد Pulling Strains ويلاحظ فى السوق أن القوة الميكانيكية مرتبة بالقرب من السطح فتكون هذه القوة فى صغيرة السن منها مركبة من نسيج كولنشيمى داخل البشرة مباشرة، كما فى القرع والخيار والفول والسمسم والدورنتا وكذلك يتقوى النبات بخلايا الخشب وبانتفاخ خلاياه الحية

وإذا ما كبرت الساق تزودت بنسيج آخر اسكليرنشيمى داخل الغلاف النشوى Starch Sheath وهو البريسيكل الموجود خارج اللحاء، وهو إما أن يكون مكونا من كتل من هذه الخلايا بينها خلايا بارنشيمية كما فى عباد الشمس والفول واللوف، وإما أن يكون نطاقا يحيط باللحاء كما فى القرع وقد يكون نطاق الخلايا الاسكليرنشيمية محيطا بكل حزمة على انفراد كما فى النباتات ذات الفلقة الواحدة

ويلاحظ زيادة على ذلك أن الخلايا الاسكليرنشيمية فى سوق النباتات ذات الفلقة الواحدة تكون دائرة من عدة طبقات من الخلايا تلى البشرة مباشرة كما فى الشعير ونباتات العائلة السعدية Cyperaceae وإلى هذا النطاق الاسكليرنشيمى تعزى صلابة سوق الغاب

والسوق الصغيرة السن عادة خضراء اللون بسبب وجود المادة الكلوروفيلية فى خلايا القشرة الكلورنشيمية كما فى أغلب النباتات العشبية والأشجار فى حالة صغرها . وهذا النسيج الكلورنشيمى قد يكون داخل البشرة مباشرة كما فى الفول أو متقاطعا مع نسيج كولنشيمى كما فى اللوف وقد يكون متبادلا معه كما فى نباتات العائلة الخيمية التى توجد الخلايا الكلورنشيمية فى سوقها داخل الفجوات Furrows الموجودة بها الثغور التى يدخل منها ثانى أكسيد الكربون لاجراء

عملية التمثيل وأما النسيج الكولنشيمى الميكانيكى فيكون داخل بشرة الضلوع Ridges مباشرة وسنأتى بتشريح بعض السوق الحديثة ليتضح ما نريد ، ومنها

أولا — ساق عباد الشمس Stem of Helianthus

إذا فحصنا قطاعا عرضيا فى ساق صغير من عباد نبات الشمس نلاحظ : —

(١) البشرة Epidermis : — الساق يغلف بطبقة من الخلايا يقال لها البشرة وهى نسيج واق لأنسجة النبات الداخلية ، وتتصل خلاياها بعضها ببعض اتصالا تاما إلا فى مواضع مخصوصة بها الثغور Stomata والجدر الخارجية لخلاياها مغلظة تغليظا سيليولوزيا ثخينا وتغطى بطبقة من الكيوتين Cuticle وتنمو بعض خلاياها وتصير شعيرات كثيرة الخلايا ذات سن مدبب

(٢) القشرة Cortex وتتركب من عدة صفوف من الخلايا الكولنشيمية المغلظة الأركان التى تشتمل على مادة البروتوبلازم وهى موجودة داخل البشرة مباشرة وتلى هذا النسيج الكولنشيمى من الداخل خلايا بارنشيمية رقيقة الجدر ذات فجوات عند الأركان Intercellular spaces وقد تشتمل هذه الخلايا على مادة الكلوروفيل . وتحد القشرة من الداخل بطبقة واحدة من الخلايا تسمى الغلاف النشوى وهى ذات خلايا متراصة جنبا لجنب ولا تتخللها فجوات وتتميز باحتوائها على حبيبات النّشا الكبيرة .

(٣) الحزم الوعائية Vascular Bundles

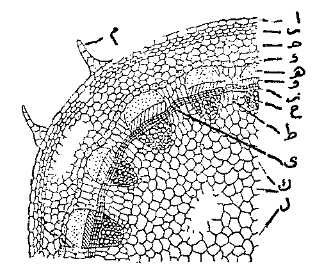
تلى الغشاء النشوى من الداخل الحزم الوعائية المكونة لدائرة واحدة وهى من النوع الجانبى المفتوح Open Collateral bundle لأنها تحتوى على لحاء وخشب بينهما كامبيوم على نصف قطر واحد .

ونجد داخل الغلاف النشوى مباشرة خلايا بارنشيمية متبادلة مع كتل من الخلايا الاسكليرنشيمية . داخلها خلايا اللحاء الحية وهى الأنابيب الغربالية Sieve tubes والخلايا المرافقة Companion cells والخلايا البارنشيمية Parenchyma

وأما الخشب فانه يتكون من خشب أولى Primary xylem ذى أوعية ضيقة تتجه نحو مركز الساق وتكون ما يسمى الخشب الأول Protoxylem وأما الأوعية الواسعة التى تقع خارجها فتكون الخشب الثانى Metaxylem وتوجد زيادة على ذلك خلايا بارنشيمية ملجننة الجدر تتخلل الأوعية الخشبية ، وبين الحزم والنخاع خلايا بارنشيمية تسمى الغشاء النخاعى Medullary Sheath

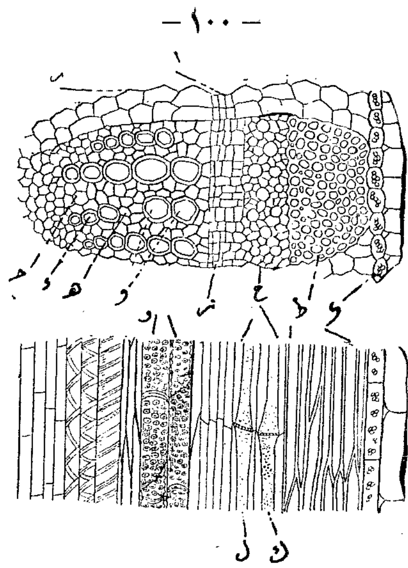
رابعا : الشعاع النخاعى Medullary Ray ترى بين الحزم الوعائية خلايا بارنشيمية حية رقيقة الجدر بينها مسافات بينية تكون الشعاع النخاعى الذى يستعمل فى تخزين الغذاء وكذلك فى توصيله من الخشب واللحاء إلى أنسجة القشرة والنخاع وهو الوصلة بين النخاع والقشرة وفى مقدور خلاياه الحية أن تتحول إلى خلايا مرستيمية ثانياً ويتكون منها الكامبيوم بين الحزمى الذى يكون الخشب الثانوى من الداخل واللحاء الثانوى من الخارج كما يكون خلايا بارنشيمية تكون الشعاع النخاعى الثانوى بين الحزم الثانوية .

خامسا : النخاع Pith النخاع يشغل مركز الساق ويتركب من خلايا بارنشيمية تستعمل فى تخزين الغذاء لوقت الحاجة اليه شكل ٧٩ وشكل ٨٠ يبين قطاع عرضى وقطاع طولى فى حزمة وعائية من ساق عباد الشمس



شكل ٧٩ ـ قطاع عرضى فى ساق عباد الشمس

(ا) البشرة (ب) خلايا كولنشيمية (ح) خلايا بارنشيمية (د) الاندوديرمس (ه) البريسيكل (و) اللحاء (ز) الكامبيوم (ج) الخشب (ط) الشعاع النخاعى (ى) الكامبيوم الثانوى (ك ، ل) النخاع (م) شعيرة



شكل ٨٠ ـ قطاع عرضى وطولى فى حزمة وعائية لساق عباد الشمس
(ا) الكامبيوم (ب) الشعاع النخاعى (حـ) بارنشيمة الخشب (د) وعاء ذو تغليظ لولبى
(ه) ألياف الخشب (و) وعاء ذو نقر مضفوفة (ح) أنابيب غربالية (ط) ألياف اللحاء
(ى) الاندوديرمس (ك ، ل) أنابيب غربالية

ثانيا : ساق القرع Cucurbita pepo

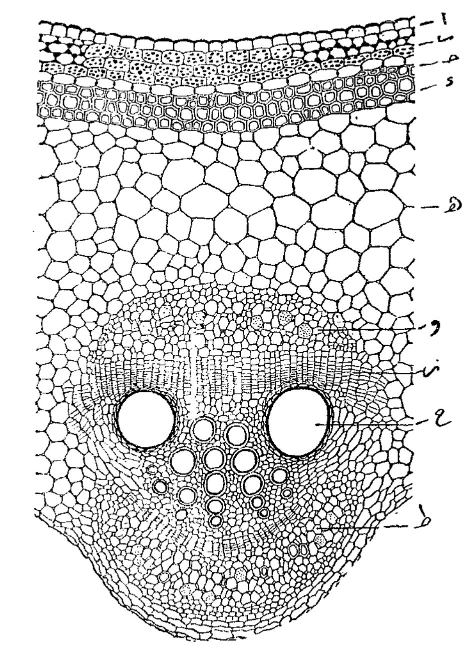
إذا فحصنا القطاع العرضى فى ساق القرع شكل ٨٠ نلاحظ أنه يخالف ساق عباد الشمس فيما يأتى : —

(١) أنها جوفاء أى خالية من النخاع وليس عدم وجود نخاع بقاصر على القرع بل يوجد فى كثير من الأعشاب كما فى نباتات العائلة الشفوية والخيمية والنجيلية والفول والخشخاش وغيرها .

(٢) ويوجد نطاق من الخلايا الاسكليرنشيمية داخل الغلاف النشوى مباشرة يكون البريسيكل

(٣) والحزم الوعائية مرتبة فى دائرتين متبادلتين فحزم الدائرة الخارجية أصغر من حزم الدائرة الداخلية

(٤) الحزم الوعائية من النوع المفتوح ذى الجانبين Open bicollateral bundle بكل حزمة لحاء خارجى يفصله عن الخشب طبقات خلايا الكامبيوم المرستيمية ولحاء داخلى ينفصل عن الخشب الأول Protoxylem بخلايا بارنشيمية مع ملاحظة أن عناصر كل من اللحاء والخشب واسعة وكبيرة



شكل ٨٠ ـ قطاع عرضى فى ساق اللوف
(ا) البشرة (ب) خلايا كلورنشيمية (حـ) الاندوديرمس (د) خلايا اسكليرنشيمية
(ه) خلايا بارنشيمية (و) لحاء خارجى (ز) كامبيوم (ح) الخشب (ط) لحاء داخلى

والحزم المفتوحة ذات الجانبين ليست مقصورة على العائلة القرعية فحسب بل توجد فى نباتات العائلة الباذنجانية Solanaceae

ثالثا : سوق النباتات ذات الفلقة الواحدة Stem of monocotyledon

أما سوق النباتات ذات الفلقة الواحدة فتركيبها التشريحى يخالف التركيب التشريحى فى سوق نباتات ذات الفلقتين وهذا التباين يظهر فيما يأتى : —

(١) النسيج الأساسى يتركب من خلايا بارنشيمية غير مميزة إلى قشرة ونخاع وشعاع نخاعى كما هو معروف فى سوق ذات الفلقتين وقد يتكون نطاق من الخلايا الاسكليرنشيمية يتخلل النسيج الاساسى شكل ٨١

شكل ٨١ ـ قطاع عرضى فى ساق نبات ذى فلقة واحدة

(٢) والحزم الوعائية ليست متراصة فى شكل دائرة بل إنها منتشرة فى النسيج الأساسى بغير نظام كما فى الذرة والقمح مع ملاحظة أنها مزدحمة بالقرب من السطح وتقل كلما بعدت عنه

وكل حزمة تتركب من لحاء وخشب على نصف قطر واحد ولا يوجد بينهما كامبيوم ولذلك تسمى الحزمة جانبية مقفولة Closed Collateral Bundle

وأما عناصر اللحاء فهى تشبه ما يوجد فى لحاء عباد الشمس والقرع إلا أنها خالية من الخلايا البارنشيمية أى أنها تتركب من أنابيب غربالية وخلايا مرافقة فقط

أما عناصر الخشب فتتركب من خشب أول Proto xylem يتكون من

أوعية ضيقة ذات تغليظ لولبى أو حلقى تكون قاعدة الرقم ٧ وأما الخشب الثانى Metaxylem فيتكون من وعائين كبيرين يكون كل منهما ذراعاً للرقم المذكور ، مع ملاحظة أن الخشب يشتمل على خلايا بارنشيمية .

واللحاء عادة ينغمس فى الفجوة التى بين أوعية الخشب الثانى وهذا الانغماس يختلف باختلاف النباتات ففى بعض الأحيان نرى اللحاء يحاط بالخشب كما فى نبات سويت فلاج Sweet Flag

وفى سوق الذرة وغيره من النباتات ذات الفلقه الواحدة التى تستطيل بسرعة نشاهد أن أوعية الخشب الأول اللولبية التغليظ أو الحلقية تتمزق سريعا وتحل محلها فجوة غير منتظمة An Irregular Cavity ربما بقيت فيها بقايا التغليظ اللولبى وتكون قناة بطول الساق وتستعمل فى تخزين الهواء وكل حزمة محوطة بخلايا ليفية

الشواذ التشريحية : —

(١) بعض النباتات ذات الفلقتين فيها حزم وعائية على شكل الرقم ٧ . واللحاء خال من الخلايا البارنشيمية وخلايا الكامبيوم ضعيفة التكوين كما فى نبات رجل الغراب المداد (Buttercup (Ranunculas repens

(٢) وفى نباتات أخرى مثل نبات السالكترم Thalictrum تكون الحزم مبعثرة

(٣) وفى بعض النباتات ذات الفلقتين تظهر حزم وعائية فى نسيج النخاع داخل الحزم الأولية كما فى السبانخ Spinach أو تكون خارج الحزم الأولية فى خلايا القشرة كما فى بوكسز Buxes وهذه الحزم فى كلتا الحالتين يحتمل أنها حزم ورقية ، لم تأخذ وضعها الطبعى فى الأسطوانة الوعائية . وهى إما أن تتركب من حزم كالمعتاد أى خشب داخلى ولحاء خارجى . وإما أن يتجه الخشب إلى الخارج واللحاء إلى الداخل وإما أن تكون الحزمة عبارة عن لحاء فقط خالية من الخشب ألبتة

(٤) وبعض النباتات ذات الفلقة الواحـدة نرى الحزم منتظمة وعلى دائرة كما فى نبات التامس Tamus وقد توجد بين اللحاء والخشب آثار من خلايا الكامبيوم

سوق النباتات المعراة البزور

تشريح سوق هذه النباتات سيأتى شرحه فى بابه الخاص

موازنة بين جذر وساق حديثين لنبات ذى فلقتين

الجذر	الساق
١ ـ توجد طبقة رقيقة الجدر تحيط بالجذر تصير خلاياها زوائد أنبوبية الشكل يقال لها شعيرات جذرية . تزول هذه الطبقة بعد مدة قصيرة وتحل محلها طبقة الإكسوديرمس	١ ـ بشرته ذات جدر ثخينة وخصوصا الخارجية منها وتغطى بطبقة الكيوتين وتمنع تبخير الماء وقد تغطى بطبقة الشمع أو تنمو من بعض خلاياها أشواك أو شعيرات تحمى النبات من المؤثرات الخارجية .
٢ ـ الطبقة الخارجية لا تتخللها ثغور وليس فيها مادة الكلوروفيل	٢ ـ البشرة تتخللها الثغور وفى الخلايا الحارسة مادة الكلوروفيل ، وقد توجد هـذه المادة الخضراء فى خلايا البشرة للنباتات المائية .
٣ ـ القشرة واسعة النطاق عادة وتتركب من خلايا بارنشيمية	٣ ـ القشرة ضيقة وتتركب من خلايا بارنشيمية وخلايا كلورنشيمية وكولنشيمية وقد توجد خلايا اسكليرنشيمية
٤ ـ تحد القشرة من الداخل بخلايا الاندوديرمس التى تفصلها عن الحزم الوعائية	٤ ـ تحد القشرة من الداخل بالغلاف النشوى الذى يحتوى على حبيبات نشا كبيرة

الجذر	الساق
٥ ـ البريسيكل عبارة عن طبقة من الخلايا متصلة بعضها ببعض وتتصل باللحاء والبروتوزيلم	٥ ـ البريسيكل قد يكون عدة طبقات من الخلايا الاسكليرنشيمية متبادلة مع خلايا بارنشيمية كما فى عباد الشمس أو يكون نطاقا من الخلايا الاسكليرنشيمية . كما فى اللوف
٦ ـ الحزم الوعائية تقع فى مركز الجذر	٦ ـ الحزم الوعائية تقع بالقرب من السطح
٧ ـ اللحاء والخشب يتبادلان أى أن كلا منهما يقع على نصف قطر وليس بينهما كامبيوم	٧ ـ بين الخشب واللحاء كامبيوم ويكونان على نصف قطر واحد
٨ ـ الخشب الأول Protoxylem يتجه نحو الخارج والخشب الثانى Metaxylem يتجه نحو الداخل	٨ ـ الخشب الأول Protoxylem يتجه نحو الداخل والخشب الثانى Metaxylem يتجه نحو الخارج
٩ ـ بعض الجذور لها نخاع يتلاشى بزيادة النمو الثانوى فى الخشب	٩ ـ السوق لها نخاع يتركب من خلايا بارنشيمية حية

منطقة تغير توجيه الحزم الوعائية بين الساق والجذر

Transitional Region between Root and Stem

ترتيب الحزم الوعائية فى الساق يخالف ترتيبها فى الجذر إلا أن النسيج الأساسى يمر من الجذر إلى الساق أو بالعكس بغير تغيير فاللحاء والخشب متبادلان كل على قطر فى الجذر وأما فى الساق فان اللحاء يقع خارج الخشب على نصف قطر واحد .

والخشب الأول Protoxylem ذو موضع واحد فى الساق والجذر ، إلا أن الخشب الثانى metaxylem يتكون فى الجهة الخارجية فى الساق وفى الجهة الداخلية

في الجذر ـ والمنطقة التي يتغير فيها توجيه الخشب من الساق إلى الجذر أو العكس يقال لها Transitional Region ويكون التغير إما فجأة أو بالتدريج وهذه المنطقة قصيرة إذ تبلغ من ١ ـ ٢ ـ ٣ ملليمتراً وتقع في جزء الجذير القريب من السويقة الجنينية السفلى أو في السويقة الجنينية السفلى نفسها ، وتوجد ثلاث حالات لتغيير توجيه الحزم من الساق إلى الجذر أو العكس وهذه هي :

(١) عند تحول الحزم من الساق إلى الجذر يلاحظ أن اللحاء لا يغير موضعه وأن عدد حزم الخشب لا تتغير أيضا كما في نبات فيوماريا Fumaria ونبات شب الليل Mirable وإنما يحصل تغيير توجيه الحزم من الساق إلى الجذر كما يأتي :

أولا : تنشطر حزمة الخشب شطرين يفترقان بعضهما عن بعض ذات اليمين وذات اليسار .

ثانيا : يتحرك كل شطر حركة تبلغ ١٨٠° فتتقابل قمة كل شطرين لحزمتين خشبيتين متجاورتين بين اللحاء .

ثالثا : يتحد الشطران وبذلك يتكون خشب الجذر

(٢) النوع الثاني من التغيير يوجد في الفاصوليا والقرع وفيه يلاحظ أن عدد الحزم في الساق ضعفها في الجذر ويكون تغييرها على النظام الآتي :

أولا : تلتوي الحزم الخشبية فيتصل الخشب الأول Protoxylem لكل حزمتين متجاورتين

ثانيا : يزداد الاتصال شيئا فشيئا إلى أن يتصلا تماما ويتكون من كل حزمتين حزمة واحدة

ثالثا : وكذلك الحال مع اللحاء إذ تتصل كل حزمتين لحائيتين متجاورتين فتتكون بذلك حزمتان لحائيتان بدلا من أربع

(٣) النوع الثالث يوجد في البسلة Lathyrus وأنواع الحلبة Medicago والبلح Date palm وفيه يلاحظ أن عدد الحزم في الساق مساو لعددها في الجذر .

والخشب لا ينشطر كما في الحالة الأولى ، ولا يتحد بعضه مع بعض ، كما في الحالة الثانية ، ولكنه يلتوي بدرجة ١٨٠° واللحاء ينشطر ويغير موضعه ، ثم يتصل كل نصفين متجاورين منه وفي النهاية تتحول الحزم الوعائية من الساق إلى الجذر

تشريح الورقة
The anatomy of Leaf

الورقة إما أن تكون معنقة أو جالسة وتنمو من الساق عند العقد وتكون غالبا ذات لون أخضر

تشريح العنق The anatomy of Petiole

عنق الورقة محدب من سطحه الأسفل وله تجويف على سطحه الأعلى غالبا وفي النباتات المغطاة البذور تمر من الساق إلى الورقة حزمة جانبية Collateral bundle أو أكثر مذودة بنسيج هو امتداد الأندوديرمس Endodermis والبريسيكل Pericycle ويلاحظ عند خروجها من العنق واتصالها بالنصل أن الحزمة تتفرع إلى حزم جانبية كل منها تكون محوطة ببريسكل Pericycle واندوديرمس Endodermis

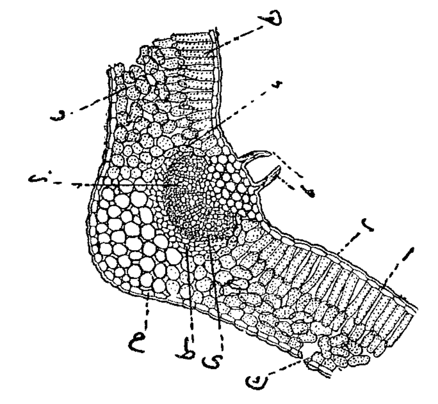
وفي القطاع العرضي لعنق ورقة ما يمكن ملاحظة أن الحزم تكون موزعة بغير نظام وخشبها يتجه نحو السطح الأعلى وأما اللحاء فيتجه نحو السطح الأسفل إلا أنه في عنق ورقة الخروع مثلا يلاحظ أن الحزم الوعائية مرتبة في دائرة متشابهة تماما لترتيبها في سوق النباتات ذات الفلقتين إذ يرى أن الخشب يتجه نحو مركز العنق وأما اللحاء فيوجد في دائرة خارج الخشب وقد يلاحظ آثاراً للكامبيوم بين الخشب واللحاء وقد تكون الحزم التي تقع بالقرب من السطح الأعلى أصغر في الحجم من الحزم التي تقع بالقرب من السطح الأسفل وأما تركيب عنق الأطر Buddleya فيخالف تركيب عنق الخروع إذ يلاحظ أن الحزم تكون على هيئة حدوة الفرس وقد يكون ثلاث حزم إحداها كبيرة واثنتان موجودتان على نهاية ذراعيها وعنق نبات اللاتانيا يتركب من خلايا بارنشيمية منتشرة فيها الحزم الوعائية الكثيرة العدد ومع أن البريسيكل والأندوديرمس موجودان في العنق حول الحزم الوعائية إلا أنهما لا يميزان تماما عن خلايا النسيج الأساسي وقد توجد خلايا إسكليرنشيمية في نسيج البريسيكل

النسيج الأساسي يكون عادة مركبا من خلايا بارنشيمية وقد توجد خلايا كولنشيمية أو اسكليرنشيمية تحت البشرة مباشرة لتقوى النسيج الميكانيكي فى العنق .

والبشرة تماثل تماما بشرة الساق فهى مركبة من خلايا ملتصق بعضها ببعض التصاقا تاما من غير أن يترك بينها فجوات وقد تغطى بشعيرات واشواك

« تشريح النصل » Anatomy of Blade

نصل الورقة منبسط ذو وجهين علوى وسفلى ويلاحظ على السطح الأسفل نتوءات ظاهرة هى العرق الأوسط وفروعه المكونة للحزم الوعائية فى الأوراق وأما السطح الأعلى فتوجد به تجاويف تقابل هذه النتوءات شكل ٨٣



شكل ٨٣ - قطاع عرضى فى ورقة

(ا) البشرة العليا (ب) الكيوتكل (ج) شعيرتان (د) الغلاف النشوى (ه) الخلايا العمادية (و) الخلايا الاسفنجية (ز، ى) الخشب (ط) اللحاء (ك) ثغر

١ — البشرة Epidermis

البشرة تتكون من خلايا متلاصق بعضها ببعض فتكون نسيجا مغلفا لسطحى الورقة تتخلله ثقوب دقيقة تسمى بالثغور Stomata وهى المنفذ الوحيد الذى تمر

منه الغازات مثل الهواء وبخار الماء لتصل إلى الأنسجة الداخلية والبشرة تكون مغطاة بطبقة غليظة من الكيوتين وقد تغطى بمادة الشمع كما فى نبات القصب وهذه غير قابلة لمرور الغازات

وقد يتضاعف نسيج البشرة إذ يتكون من أكثر من طبقة واحدة وتسمى الطبقات التى تلى الطبقة الخارجية بالبشرة السفلى Hypodermis وهذا النظام يزيد فى قوة الورقة الميكانيكية وهو يظهر جلياً فى أوراق الدفلة Nerium وفى كثير من الأشجار .

ويختلف وجود هذه الثغور باختلاف النباتات ففى بعضها نرى الثغور على السطح الأعلى والأسفل للورقة كما فى النباتات العشبية ذات الفلقتين مثل الفول والبسلة والبرسيم وغيرها وكذلك فى أوراق القمح والشعير وفى البعض الآخر نراها على السطح الأسفل للورقة فقط كما فى الأشجار وقد تكون الثغور على السطح الأعلى فقط كما فى أوراق النباتات المائية الطافية فوق الماء وكذا فى بعض النباتات النجيلية مثل الكلاجروستس .

والثغر يفتح ويقفل تبعا للعوارض الجوية الخارجية والأحوال الداخلية للنبات فيفتح الثغر فى الأحوال المناسبة ويقفل فى غير ذلك وفى هذه الحالة الأخيرة تقطع الوصلة بين داخل النبات وخارجه

الجهاز الثغرى Stomatal Apparatus

الثغر هو الثقب أو الممر الذى يتخلل خلايا البشرة ويحاط عادة بخليتين حارستين Two guard cells ذات شكل هلالى أو اهليجى والثغر مع خليتيه الحارستين يكون الجهاز الثغرى . وتُحاطُ الخليتان الحارستان عادة بخليتين أو ثلاث تسمى بالخلايا المساعدة Subsiduary cells

ويفتح الثغر فى فجوة كبيرة يقال لها الفجوة التنفسية The Respiratory cavity وهى تلى البشرة مباشرة ولا تؤدى شيئا يذكر فى العملية التنفسية وهذه الفجوة لها اتصال بالفجوات الموجودة بين الخلايا الكلورنشيمية وأكبر جهاز ثغرى عرف فى النباتات وجد فى القمح إذ بلغت أبعاده ٠٧٩ر٠ مم طولا ٠٣٩ر٠ مم عرضا وأن الثغر بلغت أبعاده ٠٣٨ر٠ مم طولا ٠٠٧ر٠ مم عرضا

الخلايا الحارسة Guard cells

مع أن الخلايا الحارسة من خلايا البشرة إلا أنها تخالفها إذ تحتوى على الحبيبات الكلوروفيلية Chlorophyll Corpuscles . والسائل الخلوى فيهما غنى بالسكر ولذا يلاحظ أن الثغر يفتح ويقفل تبعا للضغط الداخلى الذى فى السائل الخلوى الموجود فى فجوة الخلايا الحارسة لأنه إذا كان الضغط الداخلى عاليا يفتح الثغر وإذا كان منخفضا يقفله فعندما يكون السائل الخلوى للخلايا الحارسة أقوى تركيزا بالسكر من الخلايا التى تجاورها ينفذ الماء إليها من الخلايا المجاورة بوساطة الضغط الأسموزى وهذه الخلايا يأتى لها المحلول من أخرى مجاورة لها وهكذا حتى تأخذ شكلا كريا تقريبا يجعل الثغر ينفتح فتتبخر المياه وهذا ما يساعد الجذر على امتصاص الماء من التربة وتوصيله إلى الساق وإلى الأوراق حيث يتبخر هناك من الثغور

وهذه العملية تسمى بالنتح Transpiration ويمكن أن يلاحظ أن رطلا من النبات ينتح خمسمائة رطل من الماء أثناء حياته وهذا ما يجعل النبات فى حاجة لازمة إلى الماء

والثغر فى الورقة يؤدى عملية النتح Transpiration والتنفس إذ لا يوجد نوعان من الثغور أحدهما يقفل والآخر يفتح أو أحدهما يستعمل للتبخير والآخر للتنفس ولكن الثغور نوع واحد يؤدى وظائف الورقة جميعها

كيف يتكون الجهاز الثغرى :

مما سبق عرف أن الجهاز الثغرى جزء متمم لنسيج البشرة وهو ينشأ من انقسام خلايا البشرة على الوجه الآتى

(١) تنقسم خلية من خلايا البشرة إلى خليتين كما فى شكل ٨٤ (٢)

(٢) إحدى هاتين الخليتين تبقى كما هى والأخرى تنقسم إلى قسمين آخرين شكل ٨٤ (٣)

(٣) ثم احدى الخليتين المنقسمتين فى بند ٢ تبقى كما هى أيضا والأخرى تنقسم إلى قسمين شكل ٨٤ (٤)

(٤) ثم إن إحدى الخليتين الحادثتين تنقسم إلى خليتين لتكون الخليتين الحارستين شكل ٨٤ (٥)

(٥) ثم ينفصل جدار الخليتين الحارستين وتتكون الفتحة بينهما

وبذلك يتكون الجهاز الثغرى الذى يشتمل على خليتين حارستين وثغر بينهما شكل ٨٤ (٦)

شكل ٨٤ — نشأة الثغر

وبشرة النباتات ذات الفلقة الواحدة تخالف بشرة النباتات ذات الفلقتين ، إذ يلاحظ أن جدر خلايا الأولى مستقيمة تقريباً والجهاز الثغرى عند ملتقى أربعة خلايا شكل ٨٥ (ب) وأما جدر خلايا البشرة فى النباتات ذات الفلقتين فمتعرجة والجهاز الثغرى قد يكون عند ملتقى ثلاث خلايا شكل ٨٥ (أ)

٢ — النسيج الأساسى Ground Tissue

يتكون هذا النسيج فى الأوراق من خلايا يقال لها كلورنشيمية Chlorenchyma وهى عبارة عن خلايا بارنشيمية ذات جدار رقيق سيليولوزى يحتوى على سيتوبلازم ونواة ومادة خضراء وهذا النسيج يسمى بالميزوفيل الذى يظهر فيه نوعان من الخلايا وهما :

(١) خلايا عمادية Palisade cells أنبوبية مستطيلة وتحتوى على المادة الخضراء بكثرة على الجوانب وجدارها رقيق ونواتها بالقرب من أحد الجانبين وهى متعامدة مع البشرة العليا

شكل ٨٥ — بشرة النبات
(أ) بشرة النبات ذى فلقتين
(ب) بشرة النبات ذى فلقة واحدة

وقد تكون متعامدة على البشرتين إذا كان النسيج الميزوفيلى يتركب جميعه من خلايا عمادية كما فى نبات الكبارس Capparis وفى الأوراق العادية مثل أوراق

الفول يلاحظ أن هذا النسيج العمادى يتركب من طبقة واحدة من الخلايا ولكن فى بعض الأوراق قد يتضاعف فيكون أكثر من طبقة واحدة كما فى ورقة الدفلة Nerium وأوراق التين البنغالى Ficus Bengalensis

وفى كثير من الأوراق قد تكون الخلايا العمادية متصلة بخلايا أخرى من الداخل تسمى بالخلايا المجمعة Collecting cells لأنها تجمع المواد الكربوايدراتية المجهزة من الخلايا العمادية وتوصلها إلى الغلاف النشوى المحيط بالحزم الوعائية Bundle Sheath ثم إلى اللحاء ومنه إلى جميع أعضاء النبات المختلفة

(٢) الخلايا الاسفنجية Spongy Tissue وهى خلايا غير متناسقة ولا منتظمة ولذلك يوجد بينها مسافات بينية كبيرة تمر فيها الغازات من داخل النبات إلى خارجه ومن خارجه إلى داخله وهذه المسافات تزيد سطح الورقة نحو خمسين مرة ويكون فى هذه الخلايا مقدار من حبيبات الكلوروفيل أقل بكثير من مقدارها فى الخلايا العمادية .

فقد حصر العالم هبرلند Haberlandt عدد الكلوروبلاستيدات فى ورقة نبات الخروع فوجد أن ٤٠٣٢٠٠ حبيبة فى المليمتر المربع من الخلايا العمادية و ٩٢٠٠ حبيبة فى المليمتر المربع من الخلايا الاسفنجية وعلى ذلك فيكون نحو ٨٢ ./· من الكلوروبلاستيدات تابعاً للسطح الأعلى و ١٨ ./· منها تابعاً للسطح الأسفل من الورقة

وأما أوراق النباتات المائية وكذلك أوراق النباتات التى تكون متعامدة مع أشعة الشمس مثل نباتات العائلة النجيلية والابصال فان الميزوفيل يكون عبارة عن خلايا بارنشيمية عادية لا تتميز فيها خلايا اسفنجية وعمادية . وأما أوراق النباتات الصحراوية فان الميزوفيل جميعه يتركب من خلايا عمادية كما فى نبات Capparis Spinosa

٣ — الحزم الوعائية Vascular bundles

تنغمس الحزم الوعائية فى الميزوفيل وتكون محوطة بنسيج واق بارنشيمى أو اسكليرنشيمى

وكل حزمة تشتمل عادة على خشب يتجه نحو السطح الأعلى ويتركب من أوعية وقصيبات وخلايا بارنشيمية . وأما اللحاء فانه يتجه نحو السطح الأسفل ويتركب من أنابيب غربالية وخلايا مرافقة وخلايا بارنشيمية .

مع ملاحظة أن الأوعية Vessels تختفى فى تفرعات العروق الدقيقة فلا يبقى شىء من عناصر الخشب إلا القصيبات Tracheides لتوصيل الماء إلى أجزاء الورقة وكذلك الحال مع اللحاء إذ يلاحظ فى هذه الفروع الدقيقة أن الأنابيب الغربالية تصبح ضيقة وأما الخلايا المرافقة فانها تكون حافظة لحجمها الطبعى .

عمر الأوراق Duration of Leaves

تساقط الأوراق Leaf Falling

الأوراق زوائد جانبية على السوق وهى تصل إلى نهاية نموها بسرعة جداً فعند ما تصل إلى حجمها الطبعى تقف عن النمو وتستمر على ذلك تؤدى وظائفها مدة تتراوح بين ٦ ، ٨ أشهر وقد تصل هذه المدة إلى سنة أو سنتين أو أكثر ولكنها لابد أن تسقط إن آجلا او عاجلا وتعوض بأوراق صغيرة أخرى . وموضع سقوط الورقة يمكن رؤيته بسهولة حيث ترى الندب الورقية Leaf Scars وهى تكون فى الغالب مقرونة ببرعم أبطى .

منطقة سقوط الورقة Absciss layer

قبل سقوط الأوراق يلاحظ تكون منطقة الابسس Absciss layer أسفل عنق الورقة حيث يرى أن جميع الأنسجة الميكانيكية فى هذه المنطقة قد ضمرت والخلايا البارنشيمية استدارت والجدار الخلوى الأولى Middle lamella صار غروياً فتنفصل الخلايا بعضها عن بعض . وأما القصبات والأنابيب الغربالية فلا يحدث لها أى تغيير بل تتكسر عند سقوط الأوراق وبذلك يكمل سقوطها وتتكون من الخلايا البالغة نسيج مرستيمى يعطى خلايا الفلين التى يتجمع عليها الكيوتين واللجنين فتتكون الندبة الورقية

مسلك الحزم الوعائية

Course of Vascular Bundles

تقوم الحزم الوعائية بنقل المواد المجهزة وغير المجهزة إلى جميع أجزاء النبات كما تكون أشرطة مستمرة من مبدأ الجذر إلى نهاية الورقة ويمكن مشاهدة ذلك بوضع نبات عشبي كامل مثل الكتان مثلا فى ماء حتى تتعفن أنسجته وتزول جميعها ما عدا الحزم الوعائية . ومسلك الحزم الوعائية يختلف فى ذات الفلقتين عنه فى ذات الفلقة الواحدة ، ولكل منهما طرق تتبعها وهذه هى :

مسلك الحزم الوعائية فى النبات ذى الفلقتين

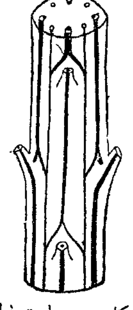
Course of vascular bundles in dicotyledon

تسلك الحزم الوعائية فى سوق النباتات ذات الفلقتين ثلاث طرق :

١ — تمر فى الساق من مبدئه إلى قمته حزم لا تخرج إلى الأوراق بل تنغمس فى النخاع وتكون دائرة محوطة من الخارج بالحزم المشتركة Common Bundles التى قد تتحد معها عند العقد Nodes كما فى نبات الأراليا ، والبيجونيا وغيرهما وهذه الحزم تسمى الحزم الساقية Cauline bundles

٢ — وقد تنزل حزم من الأوراق . وتتحد بالحزم الساقية عند العقد ، وتسمى الحزم الورقية Foliar bundles

٣ — أما الطريق الثالثة التى تسلكها الحزم ففيها تسير الحزم فى الساق إلى مسافة ما ، عند العقد ثم تنحنى إلى الأوراق بجزؤها الأسفل يتبع الساق والأعلى يتبع الأوراق وهذه تسمى الحزم المشتركة Common bundles والحزم الوعائية فى معظم النباتات البزرية تسلك هذه الطريق الأخيرة أى أنها حزم مشتركة كما فى شكل ٨٦



شكل ٨٦ - طريق الحزم الوعائية فى ذات الفلقتين

مسلك الحزم فى النبات ذى الفلقة الواحدة

Course of Vascular Bundles in Monocotyledon.

مرور الحزم الوعائية فى سوق النباتات ذات الفلقة الواحدة يخالف مرورها فى سوق النباتات ذات الفلقتين لأن نمو النقطة النامية فى ساق نباتات ذات الفلقة الواحدة مثل القمح والشعير والذرة والنخل والصبار وغيرها يأخذ وقتا طويلا كافيا لأن تتكون أشرطة البروكمبيوم لتعطى الحزم الورقية التى تنزل فى السوق والأوراق فى النباتات ذات الفلقة الواحدة عادة لها أغماد Leaf sheathing base تحيط بالساق ويمر منها كثير من الحزم الورقية إلى الساق ، غير موازية لسطحه فهى فى المبدأ تتجه إلى المركز ثم تتقوس إلى الخارج . وبعد مرورها إلى أسفل بمقدار سلامية أو اثنتين تتحد مع حزم أخرى لأوراق أكبر منها فى السن ولذلك يلاحظ أن الحزم الوعائية فى القطاع العرضى للساق مزدحمة بالقرب من البشرة وتقل فى العدد كلما تقدمنا نحو المركز .

ففى سوق النخيل مثلا نرى البادرة تتأخر فى النمو ونرى غمد الورقة أيضا يحيط بالنقطة النامية وينمو إلى أعلى . والنقطة النامية تستمر فى نموها البطىء حتى تأخذ غلظها المعتاد ثم تستطيل بسرعة وفى أثناء هذه المدة تتكون آثار الحزم الورقية وكل أثر يتكون من عدة حزم وعائية تنزل فى الساق وتكون الحزم الساقية

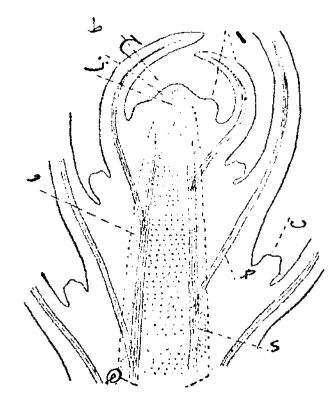
والحزمة التى تكون العرق الوسطى تتجه بالقرب من وسط الساق وأما الحزم الجانبية فتنحنى إلى الخارج بالقرب من البشرة وتزدحم بالقرب من الخارج فى النباتات ذات الفلقة الواحدة . كما فى شكل ٨٧

شكل ٨٧
طريق الحزم الوعائية فى ساق نبات ذى فلقة واحدة

نقطة النمو فى الساق Growing Point of stem

قد عرفنا فى الأبواب السابقة ترتيب الأنسجة المختلفة البالغة فى النباتات الكاملة النمو والآن يجب علينا أن نعرف العلاقة بين هـذه الأنسجة البالغة وأنسجة النقطة النامية التى تتولد منها كل أنسجة النبات .

قمة الساق تـكون عادة محمية بالأوراق الصغيرة وهى تتركب من كتلة مرستيمية على شكل القبة ومن هذه الخلايا المرستيمية تتكون الأنسجة المختلفة للساق والأوراق والأفرع وقد سبق شرح الخلايا المرستيمية فاذا قطعنا قطاعا طوليا فى برعم كما فى شكل ٨٨ يمكن ملاحظة ثلاث طبقات متميزة بعضها عن بعض وهى :



شكل ٨٨ - قطاع طولى فى قمة الساق النامية

(ا) أوراق صغيرة (ب) برعم ابطى (ح) حزمة ورقية (د و ه) حزمة مشتركة (و) القشرة (ز) البليروم (ح) الدرماتوجن (ط) البربلم

(١) الدرماتوجن Dermatogen

وهى مكونة من طبقة واحدة دائما تغطى القمة النامية وتنقسم فقط بجدار عمودى على السطح Inticlinal وتـكون ما يسمى ببشرة الساق أو الورقة

(٢) البربلم Periblem

وهذه الطبقة تـكون أعلى القمة مكونة من طبقة واحدة من الخلايا تلى طبقة الدرماتوجن من الداخل ثم تنقسم انقسامات عدة منها ما يكون عموديا على السطح ومنها ما هو مواز له Periclinal ويتـكون من ذلك نسيج القشرة الذى يشتمل على الاندوديرمس

(٣) البليروم Plerome

تتـكون من هـذه الطبقة كل الأنسجة التى تحد بالاندوديرمس من الخارج وهى تشتمل على الحزم الوعائية والنخاع والشعاع النخاعى

ويلاحظ أن الأوراق والأفرع تظهر كنتوءات حول النقطة النامية أصلها الدرماتوجن والبربلم ولا دخل للبليروم فى تـكوينهما

ويمكن أن نلخص عمل القمة النامية وما تنتجه من الخلايا والأنسجة فيما يأتى :

الطبقة	النسيج	الأقسام	الأقسام الفرعية	الجهاز
الدرماتوجن Dermatogen	... البشرة Epidermis	...		نسيج البشرة Epidermal System
البربلم Periblem	... ... نسيج القشرة	تحت القشرة Hypodermis		النسيج الأساسى System of ground tissue
		نسيج القشرة العادى General Cortex		
		الاندوديرمس Endodermis		
البليروم Plerome	نخاع Pith	... ...		
	Stelar System	Conjunctive tissue	Pericycle / Medullary R.	
		Vascular Bundle	... ...	Vascular System

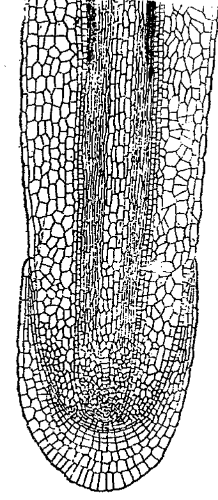
نقطة نمو الجذر Growing Point of Root

تختلف قمة الجذر عن قمة الساق اختلافا كبيرا وذلك لأن الأخيرة تحتمى بأوراق خضراء أو حرشفية تحميها من الطوارىء الخارجية ولـكن قمة الجذر تحتمى من ذرات التربة الخشنة بنسيج يقال له القلنسوة Root Cap شكل ٨٩

إنما تشتمل قمة الجذر النامية أيضاً على الطبقات الثلاثة المولدة التي مر ذكرها في قمة الساق النامية وهي الدرماتوجين والبربلم والبليروم

والدرماتوجين ينقسم في الجذر انقساما موازيا وآخر عموديا على السطح ويتكون من هذا الانقسام القلنسوة التي تتكون من عدة طبقات ولكن هذه الطبقة (الدرماتوجين) في الساق تبقى طبقة واحدة دائما لتكون البشرة وقد سبق ذكرها

وأما البربلم الذي يولد القشرة والبليروم الذي تتولد منه الاسطوانة الوعائية فانهما مطابقان من جميع الوجوه لتلك الطبقات الموجودة في قمة الساق



شكل ٨٩ ـ قطاع طولي في قمة الجذر النامية لاحظ الأنسجة المختلفة

منشأ القلنسوه The Origin of Root cap

(١) في بعض الأحايين نرى أن الدرماتوجن والبربلم يتحدان لدى قاعدة النقطة الناميه في طبقة واحدة من الخلايا وهذه تنقسم عدة انقسامات فتتكون منها القلنسوة .

(٢) ولكن في غالب النباتات ذات الفلقتين نلاحظ أن القلنسوة تنشأ من انقسام خلايا الدرماتوجن فقط

(٣) وفي النباتات المعراة البذور وأغلب النباتات البقلية خلايا الدرماتوجن والبربلم والكاليتروجين لا يمكن تمييز بعضها عن بعض وعلى ذلك يقال أن منشأ القلنسوة في هذه الحالة من خلايا الدرماتوجن والبربلم معا

ملحوظه : غطاء النقطة النامية في النباتات المائية مثل عدس الماء Lemna ليس بقلنسوة حقيقة إذ لا تنشأ من خلايا الجذر كما سبق ذكره بل تتكون من خلايا الغلاف الجذري Root sheath التي تغطي الجذر الأثري قبل إنباته وعلى ذلك يسمى هذا الغطاء بجيب الجذير Root pocket كما أن الحامول Dodder له جذر عار من القلنسوة إذ لا ضرورة لذلك

النمو الثانوي في ساق نبات ذي فلقتين

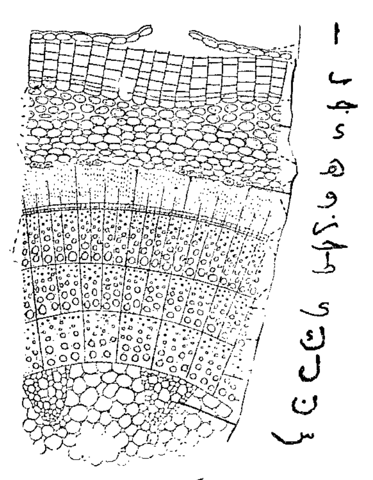
Secondary thickening in Dicotyledonous Stem

يظهر في القطاع الطولي لبرعم ما أن أعلى القمة النامية يتركب من خلايا مرستيمية متشابهة تماما في كل خواصها الشكلية والحجمية وفي محتوياتها ثم بعد مسافة ما تتحول هذه الخلايا إلى خلايا يقال لها ديزموجين Desmogen حيث تظهر فيها طبقة البليروم مميزة عن الطبقات الأخرى الخارجية ثم تتحول إلى البروكمبيوم الذي تتولد منه على جانبه الداخلي خلايا الخشب الأول Protoxylem وعلى جانبه الخارجي خلايا اللحاء الأول Protophloem وبعد ذلك يولد الكمبيوم خلايا الخشب الثاني Metaxylem التي تدفع الخشب الأول إلى الداخل ويولد كذلك خلايا اللحاء الثاني Metaphloem التي تدفع خلايا اللحاء الأول إلى الخارج ولكن لا تمييز بين اللحاء الأول والثاني

وبعد مدة ينمو النبات ذو الفلقتين ويزداد في الغلظ إذ يتحول البروكمبيوم إلى كمبيوم حقيقي Real Cambium ويولد خشبا ثانويا لجهة الداخل ولحاء ثانويا لجهة الخارج

وزيادة على ذلك فان الخلايا البارنشيمية البالغة المكونة للشعاع النخاعي Medullary ray الواقع بين الحزم الوعائية وعلى جانبي الكمبيوم الحزمي Fascicular Cambium تتحول إلى خلايا مرستيمية . وتنقسم كل خلية انقساما موازيا للسطح إلى خليتين : احداهما تبقى مرستيمية تسمى انشائية Initial Cell والثانية إما أن تتحول إلى لحاء ثانوي أو خشب ثانوي وهذا التحويل إلى لحاء ثانوي أو خشب ثانوي غير معروف بالضبط والعبرة بالتجارب .

فاذا لاحظنا قطاعا عرضيا فى ساق نبات ما شكل ٩٠ تجد أن خلايا الكامبيوم نشيطة وحية وتنقسم انقسامات كثيرة يتولد منها لحاء ثانوى لجهة الخارج وهذه الطبقات يدفع بعضها بعضا وقد تستمر على هذا المنوال لمدة سنتين أو ثلاث وبعد ذلك تنتزع من الساق كأصل للقلف Bark ولا يمكن تمييز خلايا اللحاء الثانوى بعضها عن بعض ولذلك لا يمكن معرفة عمر النبات بهذا النسيج



شكل ٩٠

(ا) البشرة (ب) الفلين (حـ) الفلوجين (د) خلايا كولنشيمية (هـ) خلايا بارنشيمية (و) ألياف للحاء (ز) اللحاء (ح) الكامبيوم (ط) خشب السنة الثالثة (ى) خشب الخريف « السنة الثانية » (ك) خشب الربيع « السنة الثانية » (ل) خشب السنة الأولى (ن) الشعاع النخاعى (س) الخشب الأولى

وأما الخشب Xylem الثانوى فانه يدفع بعضه بعضا نحو المركز وتلاحظ فيه الخلايا مختلفة فبعضها يتكون من أوعية واسعة وألياف ذات تجوات واسعة نسبيا وجدرها جميعا رقيقة نسبيا كذلك وتستعمل الأوعية فى نقل الماء

وما يذوب فيه . وبعضها الآخر ذو أنابيب ضيقة جدرها غليظة وألياف ضيقة الفجوات وغليظة الجدر وتستعمل كنسيج واق لحفظ النبات مستقيما ضد المؤثرات الخارجية ولذلك نرى مناطق من الخشب يميز بعضها عن بعض أى أن كل سنة لهـا منطقتان إحداهما واسعة الخلايا وتتكون فى الربيع والأخرى ضيقة الخلايا وتتكون فى الخريف وبهما يمكن معرفة عمر النبات .

لماذا يظهر الخشب فى دوائر غير متشابهة الخلايا

Why wood appears in a ring not continuously homogenous

هذه الظاهرة يمكن مشاهدتها فى القطاع العرضى للساق إذ يقف النشاط النباتى فى ابتداء السنة (أى فى الشتاء) بسقوط الأوراق الخضراء التى تؤدى عملية النتح وغيرها من العمليات الهامة للنبات وبذلك يقل امتصاص المـاء من التربة فتقل الحاجة إلى الأوعية الواسعة وتعوض بأوعية ذات فراغات ضيقة وجدر غليظة (ملجننة) وعدد طبقاتها قليل ـ وفى نهاية فصل السبات أى الشتاء يبتدىء نشاط النبات ثانيا فتنمو الأوراق ويزيد النتح فيتطلب النبات أوعية أوسع يمر فيها الماء فينشط الـكامبيوم وتنشأ منه خلايا الأوعيـة الواسعة ذات الجدران القليلة الغلظ نسبيا .

وفى بعض الأحيان لا يمكن أن تتميز خلايا الخشب بعضها عن بعض فلا ترى الحلقات الثانوية كما فى النباتات التى تنمو فى المنطقة الحارة Tropical Region أو المنـاطق الباردة وكذلك لا تُرَى الحلقات الثانوية فى النباتات التى تُرْوَى ريا مستمرا طول السنة أو الأشجار التى تنمو على شواطىء الترع الممتلئة دائما بالماء .

ويمكن كذلك أن نعمل حلقتين سنويتين من الخشب كل سنة وطريقة ذلك أنه عند ما يكون النبات فى نشاطه (أى فى فصل الربيع) ويتولد من الـكامبيوم خلايا واسعة من الأوعية والألياف ينزع عنه الورق فيتحول الـكامبيوم فى الحال إلى حالة الخمول ويولد عددا من الأوعية والألياف الضيقة ذات الجدر الغليظة ثم ينشط مرة ثانية لأن فصل النشاط لم يزل موجودا فتتجدد أوراقه وينقسم الكامبيوم

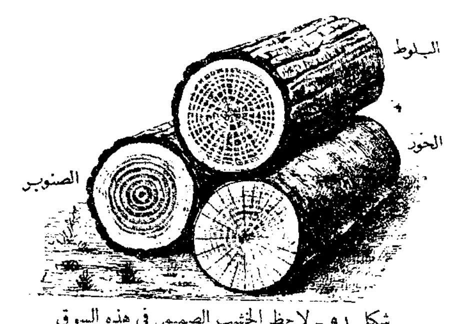
بنشاطه المعروف ويعطي الأنابيب الواسعة الرقيقة الجدر وبعد ذلك يأتى فصل الشتاء التالى وتسقط الأوراق كعادتها ويخمل الكامبيوم ويعطى خلايا ضيقة وبذلك تتكون حلقتان سنويتان فى سنة واحدة .

تحويل الخشب الرخو إلى الخشب الصميمى

Sap Wood into Heart Wood

لايمكن لخلايا الخشب أن تؤدى وظائفها كموصل للماء طول عمر النبات لأن نهاية عمر خلايا الخشب من سنة إلى عشر سنين تقريبا ثم تموت بالتدريج ثم تتحول إلى خلايا ذات لون قاتم ممتلئة بالرواسب العضوية وغير العضوية مثل الريزن Resin والتنين Tannin والمادة الملونة هيماتوكسلين Heamatoxline والسليكا التى تملأ قنوات الأوعية وأما الأوعية المحاطة بالخلايا البارنشيمية فتملأ بزوائد وامتدادات من هذه الخلايا البارنشيمية الميتة ويقال لهذه الزوائد تيلوسس Tylosis وهذه الأخيرة تعوق مرور الماء فى الأوعية وتصبح غير قادرة على تأدية عملها .

هذا وخلايا الأشعة النخاعية الحية تصبح ميتة فكل هذه التغييرات تحدث نتيجة تحويل الخشب الرخو إلى خشب صميمى وينتج عن ذلك وجود جزء كبير



شكل ٩١ ـ لاحظ الخشب الصميمى فى هذه السوق

من الخشب الميت الذى لا توجد بينه وبين الخلايا الخارجية علاقة حيَوية .

والخشب الصميمى صلب شديد المقاومة ولذا يفضل فى التجارة ومع كل ذلك فان الخشب الرخو محدود الطبقات . فاذا تحولت طبقة منه إلى خلايا صلبة تكونت طبقة أخرى بدلها من الكامبيوم النشيط وتبقى عاملة ذات لون أفتح بكثير من الطبقة الداخلية شكل ٩١ .

الأشعة النخاعية

Medullary Rays

الشعاع النخاعى عبارة عن النسيج المتكون من خلايا حية بالغة بارنشيمية واقعة بين الحزم الوعائية وتصل النخاع بالقشرة وهذه الخلايا تتحول إلى خلايا إنشائية مرستيمية تُكوِّن خلايا الكامبيوم الثانوى الذى ينشأ منه اللحاء والخشب الثانوى للخارج والداخل على الترتيب ويتولد منه كذلك نسيج الشعاع النخاعى الثانوى وهو إما أن يكون مكونا من صف واحد من الخلايا عرضا أو مكونا من صفين أو ثلاثة أو خمسة كما فى ساق نبات التيليا وخلاياه عادة حية إلى أن يتحول الخشب الرخو إلى خشب صميمى فتموت خلايا الشعاع النخاعى .

وأما الشعاع النخاعى الواقع بين اللحاء الثانوى كما فى سوق القطن الكبيرة السن وكذلك فى سوق التيليا فانها تتركب من عدة خلايا بارنشيمية تأخذ شكل قمع فتحته إلى الخارج وهذه الخلايا أيضا تكون حية إلى أن يتحول اللحاء إلى قلف فتنتزع معه كأصل للقلف .

وتستعمل الأشعة النخاعية فى أغلب النباتات لتأدية الوظائف الآتية :

١ ـ لتخزين المواد الغذائية مثل النشا والزيوت فى فصل الشتاء إلى أن تتفتح البراعم فى الربيع فيتحول النشا إلى سكر قابل للانتشار فيذوب ويصعد إلى النقطة النامية

٢ ـ وكذلك يستعمل الشعاع النخاعى فى توصيل الغذاء المجهز وغيره من الحزم الوعائية إلى القشرة والنخاع

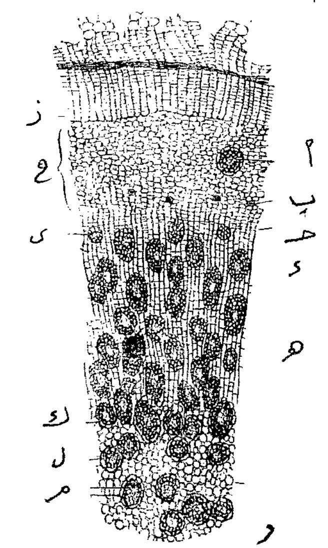
٣ ـ وأما خلايا الشعاع النخاعى البارنشيمية الواقعة بين خلايا الكامبيوم

الحزمى فانه عند بدء النمو الثانوى فى السوق تتحول إلى خلايا مرستيمية ثانوية تُوَلِّدُ خشبا ثانويا لجهة الداخل ولحاء ثانويا لجهة الخارج .

النمو الثانوى فى ساق نبات ذى فلقة واحدة

Secondary Thickening in Monocotyledonous Stem

النباتات ذات الفلقتين تزداد فى الغلظ سنة بعد أخرى بوساطة الكامبيوم ولكن فى النباتات ذات الفلقة الواحدة تتحول جميع خلايا الكامبيوم الأولى Procambium إلى خلايا حزم وعائية فلا تبقى أى خلية انشائية لتعطى النمو الثانوى إذاً فهذا النمو معدوم فى سوق النباتات ذات الفلقة الواحدة .



شكل ٩٢ ـ النمو الثانوى فى ساق الدراسينا

(ا) حزم ورقية (ب) رافيد (ح) كامبيوم (د ، ى) حزمة صغيرة. (ه ، و ، ك ، ل ، م) حزم وعائية كبيرة (ح) القشرة (ز) الفلين

ولكن لكل قاعدة شواذ إذ نلاحظ فى ساق نبات الدراسينا Dracaena شكل ٩٢ وساق نبات الصبار Aloe أنه يظهر فيها النمو الثانوى الذى يخالف النمو فى ساق النباتات ذات الفلقتين وذلك بأن تدفع الحزم الوعائية الأولية إلى الوسط وتتحول خلايا القشرة البالغة البارنشيمية إلى خلايا مرستيمية وتُوَلِّد الحزم الوعائية الثانوية لجهة الداخل وعناصر هذه الحزم تشابه تماما عناصر الحزم الأولية وهى من نوع مركزية اللحاء . وتولد الخلايا المرستيمية زيادة على ذلك خلايا القشرة الثانوية لجهة الخارج .

وتوجد طريقة أخرى فيها ينمو النبات ذو الفلقة الواحدة إلى نوع من الشجر بدون نمو ثانوى كما فى النخيل إذ أن الغلظ فيه يخالف الغلظ فى الدراسينا لأن بادرة النخيل تتأخر فى نموها فيلاحظ فى المبدأ ظهور أغماد أوراق تنمو إلى أعلى تحيط بالنقطة النامية التى تستمر فى نموها البطىء حتى تأخذ غلظها المعتاد ثم تستطيل بسرعة وزيادة الغلظ فى هذه الأحوال تنتج من كبر الخلايا البارنشيمية التى تكون النسيج الأساسى ومن كبر خلايا الألياف التى تحيط بالحزم الوعائية وتكون جزءا منها إذ تزداد هذه فى المساحة بزيادة الفراغ الخلوى وبزيادة الغلظ فى الجدر الخلوية مع ملاحظة أن خلايا الحزم الوعائية ذاتها من خشب ولحاء لا تتأثر بهذا النمو .

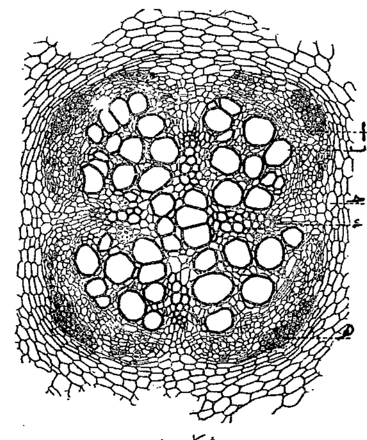
والنمو الثانوى الشاذ كما يحصل فى المتسلقات سيشرح فى بابه الخاص

النمو الثانوى فى الجذور

Secondary Thickening in Roots

نظام النمو الثانوى فى الجذر يشبه ما يحدث فى الساق إلا أنه يخالفه فى أن الكامبيوم الذى يتكون فيما بعد من الخلايا البارنشيمية بين اللحاء والخشب يكون فى حالة غير منتظمة فيظهر الكامبيوم داخل اللحاء الأولى ثم ينمو تدريجيا حتى يكون خطا منحنيا يجعل اللحاء فى الخارج والخشب فى الداخل والكامبيوم الذى يتكون داخل اللحاء الأولى مباشرة نشيط جدا وهو ينقسم ويولد لحاء ثانويا لجهة الخارج وخشبا ثانويا لجهة الداخل وأما الكامبيوم الذى يقع أمام البروتوزيلم

فانه ينقسم لتنشأ منه خلايا بارنشيمية حية تكون فى مجموعها شعاعا نخاعيا وهكذا يستمر النمو إلى أن يصبح الكامبيوم فى دائرة منتظمة والنمو الثانوى منتظما . حتى إن التركيب الداخلى للجذر القديم يتشابه مع تركيب الساق المساوى له فى العمر الا فى بعض مميزات تميز أحدهما عن الآخر وقد مر ذكرها . شكل ٩٣

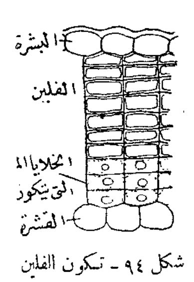


شكل ٩٣

(ا) اللحاء (ب) الخشب الثانوى (حـ) الاندوديرمس
(د) الخشب الأولى (هـ) البريسيكل

تكوين الفلين Cork Formation

ازدياد الساق فى الغلظ يعرض البشرة للتمزق فلأجل أن يحفظ النبات أنسجته الداخلية من الأعراض الخارجية يُنشئ نسيجا من طبقة البشرة يسمى الفلوجين أو الكمبيوم الفلينى Phellogen or cork cambium ليتولد عنه الفلين Cork (Phellen) فاذا ما فقدت طبقة البشرة يتكون الفلين من طبقة القشرة التى تليها ثم من الطبقة التى بعدها وهكذا إلى أن يتولد من خلايا اللحاء شكل ٩٤



شكل ٩٤ ـ تكون الفلين

وهذا النمو الفلوجينى يعتبر نموا ثانويا أيضا كما يحدث فى خلايا الكامبيوم الحزمى أو بين الحزمى التى يتولد منها الحزم الوعائية الثانوية إلا أن خلايا الفلين كلها متشابهة تماما وذات جدر خلوية « مسوبرة » وهذا ما يجعلها غير قابلة لنفاذ الهواء أو الماء ولذلك تستعمل كسدادات للقوارير. وأما الخلايا التى تحدث فى الحزم الوعائية فيخالف بعضها بعضاً إذ منها القصبات والقصيبات وهذه تكون أهم عناصر الخشب والانابيب الغربالية والخلايا المرافقة وتكون أهم عناصر اللحاء والخلايا البارنشيمية والاسكليرنشيمية توجد فى الخشب واللحاء والقشرة

ويتكون الفلين فى الجذور من طبقة البريسيكل فتحجز الغذاء من الداخل عن طبقات القشرة فتموت هذه وتصبح خلايا من القلف . وقد يتكون الفلين فى الجذور كما فى جذور التين الشوكى من خلايا القشرة فيشبه بذلك تكونه فى السوق

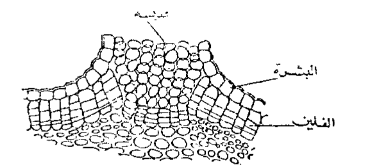
أما فى الأوراق فلا يتكون فيها فلين Cork إذ لا ضرورة لذلك إلا فى أحوال خاصة كما لو حدث لها جرح أو خدش من حشرة أو حيوان أو إنسان فان الفلين يتكون لحفظ الأنسجة الداخلية ولذلك نلاحظ أيضا تكون الفلين عند سقوط الأوراق لحفظ أنسجة الساق الداخلية وتتكون من ذلك الندبة الورقية Leaf Scar

تكوين الفلين من خلايا البشرة : —

خلايا البشرة تستطيل إلى الداخل والخارج وتصبح مرستيمية ثم تنقسم عدة انقسامات ويتكون الفلوجين ليعطى طبقات عديدة من الفلين لجهة الخارج وطبقة أو اثنين من خلايا الفلودرم لجهة الداخل وهذه الخلايا الأخيرة حية أى تشتمل على بروتوبلازم وتشبه فى تركيبها خلايا القشرة .

البريدرم Periderm

هو عبارة عن النسيج الذى يشمل الفلوجين وما ينشأ منه من الفلين والفلودرم وبعد أن تغلظ جدر خلايا الفلين بما يرسب عليها من مادة السوبرين وتصبح غير منفذة للماء والهواء ولأجل أن يتنفس النبات يعطى الفلوجين بدلا من خلايا الفلين المتماسكة «المسوبرة» خلايا مفككة داخل الثغر لتكون العديسات Lenticles وبذلك يصير الفلين مفككا بعضه من بعض فى مناطق العديسات شكل ٩٥ مع العلم بأنه فى وقت الشتاء تنشأ خلايا من الفلوجين « مسوبرة »



شكل ٩٥ - العديسة

ومتماسكة بعضها مع بعض تحت العديسات لتمنع النتح وعند حلول فصل النشاط (الربيع) يذوب «السوبرين» فتصبح الخلايا مفككة كما كانت وتفتح العديسات ثانيا لتؤدى عملها من جديد هذا والفلين نسيج تندمل به الجروح فى النباتات لانه إذا أزيلت قطعة من بشرة الورقة مثلا ينبه هذا الجرح الخلايا الصحيحة التى تحته فتنقسم وتتحول إلى خلايا مرستيمية ، تُوَلِّدُ خلايا فلين لتغطية النسيج الذى تحتها وحفظه من الأمراض الخارجية مثل الفطر والحشرات .

وهذه هى الطريقة المتبعة فى التكاثر الخضرى بالأوراق مثلا كما فى نبات البيجونيا أو بالعقل مثل التين والعنب والرمان وغيرها لأن الجرح يهيج الخلايا البارنشيمية البالغة الحية التى تليه فتنقسم وتصبح مرستيمية ويتكون منها نسيجاً يسمى «حزم الكامبيوم» Bundle Cambium الذى يُوَلِّد البريسيكل وينشأ من الأخير الجذور العرضية التى تمتص الماء بشعيراتها وتمد به الأجزاء الأخرى فتنمو البراعم إلى أعلى مكونة الفروع والأوراق .

الباب الثالث

علم وظائف الأعضاء

Physiology

يبحث علم وظائف الأعضاء Physiology فى الأعمال الحيوية التى تقوم بها انسجة النبات المختلفة حتى تتهيأ للنبات الظروف المناسبة فيحيا حياة جيدة .

والوظائف الرئيسية التى تتعاون على أدائها أعضاء النبات المختلفة من جذر وساق وورقة وزهرة هى :

١ — امتصاص الغذاء Absorption of food
٢ — رفع العصارة Ascending of Solution
٣ — النتح Transpiration
٤ — التمثيل Photosynthesis
٥ — الانزيمات Enzymes
٦ — التنفس Respiration
٧ — النمو Growth

الغذاء ومصادره Food and its sources

قبل البدء فى دراسة كل واحد من هذه الوظائف السابق ذكرها يجب أن نبحث العناصر التى تدخل فى تركيب النبات وأهميتها له ومن أين يأخذ هذه العناصر وعلى أى صورة يمكنه أن يمتصها . ومن أجل هذا يجب أن يحلل أى نبات لمعرفة تركيبه .

تحليل النبات Analysis of Plant

فلو أخذنا نباتا وجففناه إلى درجة فوق درجة الغليان بقليل لمدة بضع ساعات ووزناه قبل وبعد التسخين وأعدنا عمليتى التسخين والوزن عدة مرات إلى أن يثبت الوزن الجاف نلاحظ أن النبات قد نقص وزنه إلى ما يقرب من ٩٠ ٪ من وزنه الحقيق فهذا النقص هو الماء الذى كان يحتويه النبات .

فلو أخذنا ما بقى من النبات السابق بعد نفاذ الماء جميعه ثم حرقناه كذلك فى بودقة من البلاتين ذات غطاء معلوم وزنها فنلاحظ غازات تتطاير وكذلك يتطاير الكربون على حالة ثانى اكسيد الكربون ، وباستمرار الحرق بلهب شديد لمدة بضع ساعات نلاحظ أن المادة صارت رمادا أبيض وبعد تبريد البودقة بما فيها ثم وزنها يمكن معرفة وزن الرماد ثم بتحليلات كيماوية يمكن معرفة العناصر الداخلة فى تركيب الأنسجة النباتية . ووزن الرماد فى كثير من النباتات يتراوح ما بين ١ . ٠ إلى ٣ . ٠ من وزن النبات

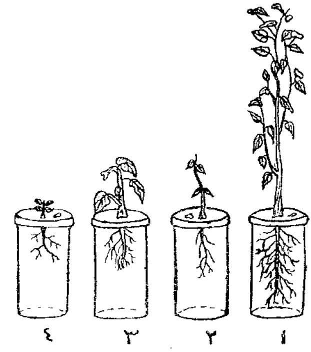
عناصر النباتات المختلفة Different Elements of Plant

مما سبق يمكن معرفة العناصر الداخلة فى تركيب النبات وهى الكربون والأكسيجين والأيدروجين والازوت والكبريت والفسفور والكالسيوم والبوتاسيوم والمغنيسيوم والحديد وقد يوجد الصديوم والسليكون والكلور . وفى أعشاب البحر كالطحالب يوجد بعض عناصر أخرى مثل البرومين والأيودين وعناصر أخرى .

والعناصر المعدنية وغير المعدنية يمتصها النبات وتنتشر فى أنسجته على حالة أملاح قابلة للذوبان مثل الفوسفات والكبريتات والأزوتات والسليكات الكلورات للمعادن ، الحديد والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنيسيوم وغيرها من المعادن .

تجربة تثبت أهميه العناصر :

ازرع بزور نبات ما إلى أن يتكون له مجموعاه الجذرى والخضرى ثم انتخب بادرات متماثلة الصحة والقوة واجر عليها التجارب الآتية : كما فى شكل ٩٦ .



شكل ٩٦ - يرى مفعول الأملاح فى النبات

(١) محلول مائى به جميع العناصر اللازمة للنبات
(٢) » » » » » ما عدا الازوت
(٣) » » » » » » الكالسيوم
(٤) » » » » » » البوتاسيوم

١ — ضع بادرة فى إناء به محلول مائى يحتوى على كل العناصر اللازمة للنبات ثم اتركها تنبت .

٢ — ضع بادرة أخرى فى إناء آخر به محلول مائى ينقصه الازوت ثم اتركها تنبت .

٣ — ضع بادرة ثالثة فى إناء ثالث به محلول مائى ينقص منه عنصر الكالسيوم واتركها تنبت .

٤ — ضع بادرة رابعة فى إناء رابع محلوله تام العناصر جميعها ماعدا البوتاسيوم أترك النبات ينمو .

مع العلم أن سداد الفلين الذى يقفل الاناء به فتحة ثانية غير التى ينفذ منها النبات للتهوية .

مما سبق يرى أن النبات فى الحالة (١) ينمو نموا طبيعيا ولكن فى الحالات (٢) ، (٣) ، (٤) أخذت النباتات فى الاضمحلال والضعف الذى يودى بها فى نهاية أمرها إلى الموت .

أهمية الماء والعناصر المختلفة للنبات

Importance of Water and different Elements for plant

أولا : أهمية الماء Importance of Water

الماء ضرورى لحياة الكائنات الحية سواء كانت نباتية أو حيوانية وما يأتى يبين أهمية الماء .

١ — أنه يكون معظم محتويات البروتوبلازم فى الخلية وهى مادة الحياة فى النبات .

٢ — معظم المواد العضوية النباتية يدخل الماء فى تركيبها .

٣ — يتركب الماء من الأيدروجين والأكسيجين . ودخول الماء فى النبات معناه أن النبات اكتسب هذين العنصرين اللذين يدخلان فى تركيب المواد العضوية عند عملية التمثيل الكربونى .

٤ — النبات يمتص الغذاء من التربة على حالة ذوبان فجميع الأملاح الغير قابلة للذوبان فى الماء لايستفيد منها النبات بل لا بد لها أن تتحول إلى أملاح قابلة للذوبان فى الماء أولا ثم تمتص بالشعيرات الجذرية لتصل جميع أعضاء النبات بطرق مختلفة سنشرحها فيما بعد

٥ — عند ما تكبر الخلية وتحصل فيها الفجوات تمتلىء هذه الفجوات بالعصير الخلوى لتحفظ الخلية من الانكماش وهذا العصير يتركب معظمه من الماء .

٦ — مما سبق فى أنبات البزور يعرف أن الماء هام جدا إذ به يستيقظ الجنين من ثباته وينمو معطيا المجموع الخضرى والجذرى :

ثانياً : العناصر Elements

من التجربة السابقة شكل ٩٦ تعرف أن كل عنصر له أهمية فى تركيب جسم النبات ولايمكن للنبات أن يكمل نموه ويعطى ثماره وبزوره بدرجة مَرْضِيّة إلا إذا توفرت جميع العناصر اللازمة له فى التربة التى يعيش فيها وفيما يأتى تذكر العناصر:

١ — الكربون Carbon

الكربون مهم فى النبات إذ يدخل فى تركيب جميع المواد العضوية فلو زرعت نباتات فى أرض خالية من مركبات الكربون وتوفرت بقية الأملاح الأخرى فإن النبات ينمو نموا عاديا فإذا حلل تحليلا كيماويا فيلاحظ أنه يشتمل على الكربون فهذا دليل ثابت على أن النبات أخذه من كربون الهواء الجوى

مع أن بعض النباتات التى تعيش معيشة رملية أو طفيلية تأخذ الكربون على حالة مركبات كربونية عضوية وهذه النباتات بعضها دنىء كالفطر والبكتيريا والخميرة yeast وبعضها نباتات راقية مزهرة مثل الحامول والهالوك والسياسيوم والرافليزيا .

٢ — الاكسيجين والايدروجين Oxygen & Hydrogen

عنصران مهمان فى حياة النبات لأنهما يكونان الماء وبعد دخولها النبات يتحدان بالكربون وغيره من العناصر فيتكون البروتوبلازم والجدر الخلوية والدهون وبقية الكاربوايدرات .

والأيدروجين فى مادة النبات الجافة يزن تقريبا نحو ٥ . و ٦ . ٪ من وزنها الحقيقى وأما الأكسيجين فيتراوح وزنه بين ٣٠ ٪ و ٤٥ ٪ من وزنها الحقيقى وهو يمتص من الهواء الجوى بطريقة التنفس . ويؤخذ من التربة على حالة أملاح معدنية وأما فى النباتات المائية المغمورة فى الماء فإنها تأخذ الأكسيجين المذاب فى الماء وكذلك من اكسيجين ثانى أكسيد الكربون المذاب فى الماء أيضا وفى هذه الحالة يسمى التنفس غير مباشر Indirect Respiration لأنه بعد عملية التمثيل ينطلق الأكسيجين وينتشر من خلية لأخرى ويستعمل فى تنفس النبات .

٣ — الازوت Nitrogen

يدخل الازوت فى تركيب البروتينات والمواد الزلالية والأميدات وأملاح الأزوتات المعدنية وهذه توجد فى العصارة الخلوية بمقادير صغيرة .

ومعظم الأزوت يؤخذ من التربة على حالة أزوتات وأما بكتيريا العقد التى

تصيب جذور البقليات فأنها تثبت أزوت الجو وتحوله الى أزوتات يمتصها النبات البقلى .

وقد ثبت بالتجارب أن الأرض المسمدة بالازوتات بكثرة عظيمة جدا تنمو نباتاتها نموا خضريا عظيما أيضا فيظهر للرائى أنها تعطى محصولا من البزور أوالثمار جيدا جدا مع أن هذا يكون على النقيض .

٤ — الفسفور Phosphorus

الفسفور يدخل فى تركيب بروتينات نواة الخلية النباتية ويكون كثيرا من رماد البزور وكذلك يلاحظ أن الأرض الفقيرة فى الفسفات قد تكون نباتاتها ذات بزور غير تامة النمو

٥ — الكبريت Sulphur

يمتص من التربة على حالة كبريتات ويدخل فى تركيب البروتينات ومقداره فيها لا يزيد عن ٢ ٪ ويدخل فى تركيب زيت الخردل

٦ — البوتاسيوم Potassium

مع أن عمل عنصر البوتاسيوم فى الخلية غير معروف الى الآن إلا أن العالم دفريز De Vries أثبت أنه عامل فى انتفاخ الخلية ويوجد هذا العنصر فى رماد النباتات الصغيرة السن لأنه دائما يزيد فى نشاط انقسام الخلايا وكذلك يوجد فى العصارة الخلوية على حالة مواد عضوية وغير عضوية ويوجد كذلك فى درنات البطاطس بنسبة ٣ر٢ ٪ من مادتها الجافة وفى العنب بنسبة ٣ ٪

٧ — الكالسيوم Calcium

الكالسيوم عنصر يوجد بكثرة فى أعضاء النبات الكبيرة السن لأن البوادر الحديثة قد يمكن أن تستغنى عن الكالسيوم مدة كبيرة مع انه لابد من أن تمتص الكالسيوم حتى يتم نموها إذ بدونه يأتى عليها وقت قليل تذبل ثم تموت .

والكالسيوم مفيد جدا إذا وُجِدَ فى الخليه بمقدار لا يضر بالنواة إذ يمكنه أن يتعادل مع حمض الاكساليك ويكون أملاح أكسلات الكالسيوم لأن هذا الحمض إذا كثر فى الخليه النباتية فقد يسبب موتها .

وقد يوجد فى الخلايا على حالة بلورات أو على حالة مجموعة من عصيان أكسلات الكالسيوم يقال لها رافيدز Raphides

والكالسيوم يمتص من التربة على حالة أملاح قابلة للذوبان ورماد الشعير قد يبلغ الكالسيوم فيه ٧ ٪.

(٨) المغنيسيوم Magnesium

يوجد فى رماد النباتات ولا سيما رماد بزورها ويؤخذ من التربة على حالة كربونات وكبريتات مع أن فائدته للنبات لا تزال غامضة إلى الآن

(٩) الحديد Iron

الحديد مهم لأنه يدخل فى تركيب الكلوروفيل ولو أنه لا يوجد فى النباتات الخضراء إلا بمقادير قليلة لا تزيد عن ٢ ر٠ ٪ وهو يوجد فى البزور أيضاً ويساعد على اخضرار الأوراق فى بدء الأمر وبعد ذلك يمتص من الأرض ويكسب الأوراق التالية الخضرة التى تساعد على عملية التمثيل الكربونى

فاذا زرعنا بزورا فى تربة خالية من الحديد فان الأوراق الأولى تظهر خضراء لما فى البزور من الحديد وبعد ذلك تنمو الأوراق بيضاء من غير لون تقريبا لعدم وجود الحديد فى التربة

أما العناصر غير الأساسية فلا ضرورة لذكرها بالتطويل فالسلكون Silicon يوجد بكثرة فى سوق وأوراق النباتات النجيلية وبعض الطحالب مثل الدياتوم . وأما اليود Iodine فيوجد فى بعض الطحالب . وأما الصوديوم Sodium والكلورور Chlorine فيوجدان فى النباتات الملحية Halophytic مثل السلسولا Salsola

مشتملات النباتات العضوية وغير العضوية

Organic and Inorganic Compounds in plants

مما سبق عرفنا العناصر اللازمة لنمو النباتات والداخلة فى تركيبها والآن يجب أن نعرف المواد التى تنشأ من هذه العناصر وهى : (١) مواد عضوية (٢) مواد معدنية تكون على حالة بلورات

والمواد العضوية إما أن تتركب من الكربون والأيدروجين والأكسيجين مثل الكربوايدرات والدهون والحوامض العضوية وإما أن يدخل فى تركيبها الأزوت زيادة عن العناصر الثلاثة السابقة كما فى البروتينات

المواد الكربوايدراتيه Carbohydrates

من المواد الكربوايدراتية الشائعة فى النبات السكر بأنواعه والنّشا والسيليولوز وهى تشتمل على الكربون والأيدروجين والأكسيجين وإن الأخيرين يكونان بنسبة وجودهما فى الماء يد$_{٢}$ ا

١ — السكر Sugar

كل أنواع السكر حلوة المذاق ومنها : —

أولا : الجلوكوز (الدكستروز) dextrose أو سكر العنب (ك$_{٦}$ يد$_{١٢}$ ا$_{٦}$) وهو منتشر فى جميع الفواكه مثل العنب بنسبة ٢٠ ٪ — ٣٠ ٪ والتفاح بنسبة ٧ ٪ — ١٠ ٪ والبرقوق بنسبة ٣ ٪ — ٥ ٪ وهو يختزل محلول فهلنج ويتأثر بعمل الخمائر yeasts

ثانيا : الفركتوز (لفيولوز) Laevulose أو سكر الفاكهه (ك$_{٦}$ يد$_{١٢}$ ا$_{٦}$) ويوجد مرافقا للسكر السابق فى الفواكه وهو أيضا يتأثر بعمل الخمائر مباشرة ويختزل محلول فهلنج

ثالثا : سكر القصب (سكاروز) Saccharose (ك$_{١٢}$ يد$_{٢٢}$ ا$_{١١}$) ويوجد

فى العصارة الخلوية لخلايا سوق القصب بنسبة ١٥ ٪ — ٢٠ ٪ وفى جذور البنجر بنسبة ١٢ ٪ — ١٦ ٪ وهو يتحول بأنزيم خاص إلى سكر الفاكهة وسكر العنب

ك$_{١٢}$ يد$_{٢٢}$ ا$_{١١}$ + يد$_{٢}$ ا + انزيم = ك$_{٦}$ يد$_{١٢}$ ا$_{٦}$ + ك$_{٦}$ يد$_{١٢}$ ا$_{٦}$ + انزيم

سكر قصب + ماء + انزيم = سكر فاكهه + سكر عنب + انزيم

وسكر القصب لا يتأثر بالخمائر مباشرة ولا يختزل محلول فهلنج وكذلك يمكن تحويله إلى السكرين السابقين بغليه مع حوامض مخففة أو بعمل الأنزيم الخاص به .

رابعا : سكر الملتوز Maltose ك$_{١٢}$ يد$_{٢٢}$ ا$_{١١}$ هذا السكر يوجد فى البزور المستنبتة مثل بزور شعير البيرة Malt ويمكن الحصول عليها عمليا بتأثير انزيم الديستاز على النشا ومن خواصه أنه يتأثر بعمل الخميرة ويختزل محلول فهلنج

٢ — النشا Starch (ك$_{٦}$ يد$_{١٠}$ ا$_{٥}$) ن

يوجد النشا مختزنا فى الجذور والدرنات والحبوب والبزور . وحبة النشا مكونة فى العادة من نواة « سرة » Hilum أو نواتين تتراكم عليهما المادة النشوية طبقات بعضها فوق بعض كما فى القمح والبطاطس

وحبة النشا تكون على أشكال عدة منها البسيطة ومنها المركبة من عدة حبيبات . والنواة قد تكون على جنب Excentric كما فى درنات البطاطس أو تكون فى مركز الحبة Concentric كما فى حبوب القمح وقد تكون النواة على شكل فجوات متشعبة فى وسط الحبة كما فى بزور الفول والبازلاء والفاصوليا

ويتأثر النشا بأنزيم الديستاز فيتحول إلى سكر الملتوز وكثير من المواد القابلة للذوبان فى الماء مثل الصمغ وغيره

وإذا أغلى النشا مع الأحماض المخففة يتحول إلى جلوكوز ودكسترين وحبيبات النشا تتفتح ولا تذوب فى الماء الساخن فيجب عند عمل عجينة من النشا قابلة للذوبان فى الماء أن يذاب النشا فى الماء البارد أولا . وإذا سخن إلى درجة

الحرارة بين ١٥٠° - ٢٠٠° س تحول الى دكسترين أسمر اللون . ويحصل على النشا فى الصناعة من درنات البطاطس بعد هرسها أومن حبوب القمح والشعير

٣ — السيليولوز Cellulose (ك٦ يد١٠ أ٥)

تتركب جدر الخلايا النباتية من مادة السيليولوز . وهو نتيجة من نتائج عمل السيتوبلازم ويكون فى أول أمره رقيقا كما فى جدر الخلايا المرستيمية وبعد ذلك يتراكم بعضه فوق بعض على شكل طبقات كما فى الخلايا البارنشيمية وخلايا البشرة والخلايا الكلورنشيمية والأنابيب الغربالية وغيرها من الخلايا الحية وله أنواع منها : —

أولا : السيليولوز النقى — يمكن الحصول عليه من شعيرات القطن التى تنمو من قصرة بزورها أو من ألياف الكتان التى تؤخذ من سيقانها بعد إجراء عمليات كثيرة لإزالة المواد المتحدة وهذا السيليولوز غير قابل للذوبان فى الأحماض ولا القلويات المخففة ولكنه يذوب فى ا كسيد النحاسيك النشادرى وفى محاليل كلورور الزنك المركزة مع التسخين ويتلون باللون الأزرق إذا اختبر بحامض الكبريتيك واليود معا

ثانيا : وقد يتراكم على السيليولوز مواد أخرى مثل اللجنين كما فى الجدر الخلوية لخلايا الخشب مثل القصبات والقصيبات والألياف وكذلك ألياف اللحاء وغيرها من الخلايا الميتة . والسيليولوز هنا يشتمل على نسبة مئوية من الأكسيجين أكثر من سيليولوز القطن ويعطى نسبة قليلة من سكرى الدكستروز والمنوز إذا اضفنا إليه حامض الكبريتيك . ويلوّن باللون الأحمر بصبغة السفرانين

ثالثا : وأما السوبرين فيتكون من مادة دهنية أو شمعية ويوجد متحدا مع مقدار قليل من السيليولوز فى جدر خلايا الفلين وهو غير منفذ للماء ولا الهواء ولذلك يستعمل الفلين فى قفل القوارير لحفظ محتوياتها من التلف

والكيوتين مثل السوبرين فى تركيبه تقريبا ويوجد عادة على الجدر الخارجية لخلايا البشرة وكذلك على جدر خلايا الإندوديرمس .

فاذا اختبرت الجدر الخلوية المشتملة على سوبرين أو كيوتين بمادة كلوروزنك اليود انقلب لونها إلى أسمر ضاربا إلى الصفرة

٤ — الأنيولين Inulin (ك٦ يد١٠ أ٥)

يوجد الإنيولين على حالة ذوبان فى العصير الخلوى لنباتات العائلة المركبة مثل الدهليا Dahlia والسريس وفى درنات الطرطوفة إذ تحل محل النشا كغذاء مكتنز وكذا فى سوق وأوراق بعض النباتات التابعة للعائلة الزنبقية

ويحوله انزيم خاص يسمى الإنيولاز إلى سكر ليفيولوز وإذا وضع فى كحول نقى بضعة أيام انفصل الإنيولين على صورة بلورات إبرية منتظمة متشععة

الدهون والزيوت الثابتة Fats & oils

وهى مركب عضوى من الجلسرين وحوامض دهنية وتوجد على حالة حبيبات غير منتظمة فى العصير الخلوى للخلايا كما فى بزور القطن والسمسم والخروع وتكون فى بزور الكتان بنسبة ٣٦ ٪ .

وتوجد زيوت طيارة يعزى اليها رائحة بعض النباتات مثل الشيح الجبلى والنعناع والأدنتوسبرمم Odontospermum والورد وغيرها

الأحماض العضوية Organic acids

الأحماض العضوية فى النبات تكون على حالة منفردة أو متحدة بمعادن مثل حامض الاكساليك الذى يتحد مع الكالسيوم والبوتاسيوم وتتكون منه اكسلات الكالسيوم والبوتاسيوم فى النسيج البارنشيمى للسوق والجذور . والطعم المر الموجود فى أوراق الحميض يعزى إلى اكسلات البوتاسيوم وقد تتكوّن اكسلات الكالسيوم بلورات إبريه فى كتل تسمى رافيدز Raphides . وحامض الستريك كما فى الليمون والبرتقال وغيرهما من أنواع الموالح يكون منفردا أو على حالة سترات الكالسيوم والبوتاسيوم وتوجد حوامض أخرى فى النبات مثل حمض الطرطريك والماليك

المواد العضوية الازوتية Organic nitrogenous substances

هذه المواد العضوية تشتمل على البروتينات وهى توجد فى العصير الخلوى لبعض البزور مثل بزور الخروع وفى هذه الحالة يتميز فيها جزءان : الجلوبويد Gluboid والكرستالويد Crystalloid وقد سبق شرحهما . وتكون البروتينات

على شكل حبيبات صلبه مستديرة أو غير منتظمة كما فى طبقة الاليرون الموجودة داخل الغلاف الثمرى والبزرى فى حبة القمح والشعير والذرة وغيرها وأما فى الفول والبازلاء فانها تكون على حاله صغيرة جدا . وتوجد فى بزور الترمس بمقدار ٣٤٪ وبزور الفول بمقدار ٢٤٪ والقمح ١٣٪ والشعير ١٠٪ والبطاطس نحو ٢٪ واللفت ٠١٪ تقريبا حسب تقرير يرسيفال

لو اختبرنا البزور المشتمله على بروتين بكثرة بمحلول اليود فانها تتلون باللون الأصفر .

١ — امتصاص الغذاء

Absorption of food

نباتات الحقل مثل القمح والفول والخردل يكون لها منطقة شعيرات جذرية تمتص بها ماء التربة ولكن النباتات المائية منطقة الشعيرات الجذرية فيها معدومة وإذا وجدت فلا تعمل على الامتصاص لأن النباتات المائية تمتص ماءها من جميع جسمها من سوق وأوراق وغيرذلك وأما النباتات التى تنمو فى الأرض الشديدة الجفاف مثل الصحراء قد يضعف نمو شعيراتها الجذرية أو قد ينعدم البتة وفى هذه الحالة يحدث لها تحورات خاصة فى أوراقها وسوقها تتمكن بها من امتصاص ماء المطر والندى .

تركيب الشعيرة الجذرية Structure of root hair

الشعيرة الجذرية أنبوبية الشكل وهى امتداد من الخلايا الخارجية للجذر وتحاط بجدار سيليولوزى منفذ للماء ومبطن من الداخل بطبقة من البروتوبلازم وهى غشاء رقيق جيلاتينى ينظم امتصاص الماء الأرضى والشعيرات الجذرية تنساب بين حبيبات التربة الأرضية وتلتصق بها وتحاط من الخارج بطبقة رقيقة من الماء الأرضى المذاب فيه بعض الأملاح ولكن قوة تركيزها أقل من العصير الخلوى فى الشعيرة الجذرية .

والمياه الأرضية وما يذوب فيها من الأملاح تمر خلال الشعيرات الجذرية بتأثير الضغط الاسموزى ويمكن اعتبار هذا الضغط الاسموزى بأنه حالة طبيعية بسيطة يتوقف عملها على نشاط بروتوبلازم الخلية وقوة تركيز العصارة الخلوية وعلى ذلك

يمكن تعريف الانتشار الغشائى Osmosis بأنه انتشار أو مرور السوائل من الأغشية التى لا ترى بها فتحات .

والضغط المسبب لهذا الانتشار داخل الأغشية شبه المنفذة للماء يسمى بالضغط الانتشارى Osmotic Pressure

وقد يطلق على المواد الذائبة التى يتوقف عليها الضغط مبدئيا بالمواد الانتشارية Osmotic substance

الانتشار الغشائى Osmosis

إذا ربطت مثانة بخيط بعد ملئها بمحلول سكرى ثم وضعتها فى كوب به ماء مقطر ظهر بعد مدة أن المحلول السكرى ازداد بدخول ماء الكوب فيها وانها انتفخت وتصلبت بضغط ذرات السكر عليها من الداخل وهذا مايعبر عنه بالضغط الانتشارى .

والمحاليل المائية بالنسبة لانتشارها فى الأغشية تنقسم إلى قسمين :

أولا : محاليل قابلة للتبلور Crystalloid وهى التى تنتشر ذراتها خلال الأغشية .

ثانيا : محاليل غروية جيلاتينية Colloids وهى التى لا تنتشر ذراتها خلال الأغشية ومعظم محتويات النبات على حالة غروية لا تنتشر بين الخلايا

الأغشية Membranes

المثانة الحيوانية وورقة بارشمنت Parchment Paper والمواد الغروية الجيلاتينية والأغشية الناتجة من المواد الراسبة كلها أغشية شبه منفذة يمكن استعمالها فى تجارب الانتشار الأسموزى وامّا المثانة الحيوانية فهى أكثر ملاءمة لأن تركيبها يطابق الجدر الخلوية فى النباتات تقريبا

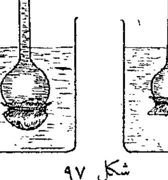
وبعض الأغشية تسمح بمرور بعض المواد خلالها دون الأخرى لأن ذرات المواد المذابة تختلف بعضها عن بعض فى الحجم فلو أُخذَ محلولان من سكر القصب وملح الطعام وكانت قوة تركيزهما واحدة مع العلم بأن ذرات سكر القصب أكبر من ذرات ملح الطعام فالغشاء شبه المنفذ الذى يسمح بمرور ذرات الملح

لا يسمح بمرور ذرات السكر ولاثبات ذلك تجرى التجربة الآتية

ضع فى قمع مقفل اقفالا محكما بغشاء شبه منفذ محلول سكر ونكسه فى كوب ممتلىء بمحلول الملح تلاحظ بعد مدة أن المحلول ارتفع فى القمع ومحلول السكر تغير طعمه والماء فى الكوب نقص عن ذى قبل ومحلول الملح لا يزال طعمه ملحا فهذا يدل على أن محلول الملح دخل فى القمع خلال الغشاء شبه المنفذ الذى لا يمر منه محلول السكر إلى الخارج وهذا معناه أن ذرات السكر لا تنفذ من هذا الغشاء الذى تمر منه ذرات الملح وأما ذرات الماء فانها تنفذ من الخارج إلى الداخل ومن الداخل إلى الخارج على حد سواء

وقياسا على قانون جراهام لانتشار الغازات يلاحظ أن ذرات المادة تنشر من الخارج إلى الداخل أو العكس خلال الغشاء شبه المنفذ حتى يتساوى الضغطان الخارجى والداخلى فى قوة تركيزهما

هذه الخاصة تنطبق على محلول الملح لأن ذراته قابلة للانتشار من الخارج إلى الداخل حتى يتساوى قوة تركيزه وأما ذرات السكر الكبيرة فلا تنتشر إلى الخارج بل تضغط على جدار المثانة التى تغطى فوهة القمع المقفل من الطرف الثانى وتسبب انتفاخها وتصلبها فى الأنبوبة المقفلة اما القمع المفتوح من الطرف الثانى فان المحلول يرتفع فى أنبوبته شكل ٩٧



شكل ٩٧
يبين الضغط الاسموزى

وهذا ما يحدث للخلية النباتية المشتملة على مادة البروتوبلازم التى تشبه الغشاء شبه المنفذ والمشتملة على فجوات ممتلئة بالعصير الخلوى الذى يشبه السائل الانتشارى داخل القمع والمشتملة على الجدار الخلوى الذى يتحمل الضغط الاسموزى الداخلى الحادث من العصير الخلوى وهو يشبه جدار أنبوبة القمع

وهاك تجربة أخرى لاثبات ان الاغشية تنفذ بعض المحاليل دون الأخرى

احضر محلول ملح الطعام ومحلول نشا قوة تركيزهما واحدة ثم ضعهما معا فى مثانة ثم اربطها وضعها بما فيها فى كوب به ماء مقطر فانه بعد مدة يلاحظ ان المثانة انتفخت وتصلبت ولو اختبرت ماء الكوب لوجدته محتويا على ملح وليس به نشا

وهذا يثبت ان ذرات الملح نفذت من الغشاء شبه المنفذ حتى يتعادل المحلولان خارج المثانة وداخلها وأما ذرات النشا فلا تمر بل تضغط على جدار المثانة من الداخل وتسبب انتفاخها وتصلبها .

قياس الضغط الأسموزى Measurement of osmotic Prssure

غط فوهة قمع زجاجى بغشاء رقيق شبه منفذ مثل المثانة واربطها ربطا محكما ثم سد طرفه الآخر بسداد من الفلين تنفذ منه أنبوبة ملتوية مفتوحة الطرفين كما فى شكل ٩٨ ثم صب محلول السكر إلى مسافة فى القمع قبل تثبيت الأنبوبة الملتوية فيه ثم علم نهاية المحلول بورقة مصمغة

اغمس فوهة القمع فى دورق كبير ممتلىء بالماء المقطر ثم صب فى الأنبوبة الملتوية زئبقا إلى أن يصير فى مستوى واحد فى كلا طرفيها ثم اترك التجربة مدة ترى أثناءها يعلو الزئبق فى الطرف المفتوح شيئا فشيئا إلى أن يأتى وقت يقف فيه الزئبق عن الارتفاع البتة وبقياس المسافة بين سطحى الزئبق فى الشعبتين يمكن معرفة مقدار الضغط الأسموزى

شكل ٩٨
لقياس الضغط الاسموزى

يتوقف الضغط الأسموزى على ما يأتى

١ — قوة تركيز المحلول Concentration of solution

إن محاليل سكر القصب ذات النسبة ١ ٪ و ٢٤ ٪ و ٤٤ ٪ تعطى ضغوطاً بالترتيب قدرها ٥ر٥٣ سم و ٦ ر ١٠١ سم و ٢٤ و ٢٠٨ سم من الزئبق

٢ — درجة الحرارة Temperature

الضغط الإسموزى يتناسب تناسبا طرديا مع درجة الحرارة فمحلول السكر الذى قوته ١١ر٠٪ فى درجة ٨ر٦°س يعطى ضغطا قدره ٥٥ر٥٠ سم زئبقا وفى درجة ٧ر١٣°س يعطى ضغطا قدره ٥ر٥٢ سم زئبقا وفى درجة ٢٢°س يعطى ضغطا قدره ٧ر٥٦ سم زئبقا وهكذا

٣ — يتوقف على نوع المادة المذابة Kind of soluble substabce

محاليل مختلفة قوة تركيزها تساوى ٦ ٪ وهى :

(١) الصمغ (٢) والجلاتين (٣) وسكر القصب (٤) وأزوتات البوتاسيوم تعطى ضغوطا مختلفة على الترتيب

(١) يعطى ٩ر٢٥ سم و (٢) يعطى ٨ر٢٣ سم و (٣) يعطى ٧ر٢٨٧ سم و (٤) تعطى ٧٠٠ سم زئبقا

مما سبق نلاحظ أن الأول والثانى طبيعتهما غروية ويعطيان ضغطا قليلا جدا بالنسبة (٣) و (٤) وهما مادتان قابلتان للتبلور

٤ — نوع الغشاء Kind of membrane

تتوقف أيضا قوة الضغط الانتشارى على نوع الأغشية المستعملة فى التجربة والجدول الآتى يبين ذلك .

أنواع الأغشية

مادة قوة تركيزها ٣ر٠٪	سيانور الحديد النحاسى Copper Ferrocyanide	ورقة بارشمنت Parchment paper	مثانة الحيوان Animal bladder
	ارتفاع الزئبق	ارتفاع الزئبق	ارتفاع الزئبق
الصمغ العربى	٩ر٢٥ سم	٧ر١٧ سم	٢ر١٤ سم
الجيلاتين	٨ر٢٣ سم	٣ر٢١ سم	٤ر١٥ سم
سكر القصب	٧ر٢٨٧ سم	٢٩ سم	٥ر١٤ سم
ازوتات البوتاسيوم	٧٠٠ سم	٤ر٢٠ سم	٩ر٨ سم

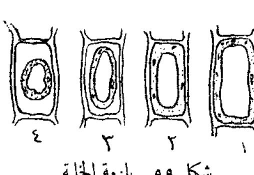
وقد يبلغ الضغط الموجود داخل الخلايا الصغيرة السن المنتفخة فى العادة خمسة أجواء أو عشرة فيُدْفَعُ بروتوبلازمها حتى يتصل بجدارها وهنا وفى هذا الوقت يتمدد الجدار حتى تتساوى قوة الضغط خارجه مع قوة التمدد فى الداخل Internal Elastic Recoil

وقد يكون الضغط المحدث فى خلايا الثمار المشتملة على مقادير عظيمة من المواد الانتشارية فى العصارة الخلوية كافيا لتمزق الجدر الخلوية فبذلك يحدث التشقق المشاهد فى بعض الثمار مثل البلح والعنب

وقوة الانتشار خلال الجدر الخلوية للنبات يخالف الانتشار خلال الأغشية شبه المنفذة إذ فى كثير من الأحوال لا تسمح الجدر الخلوية النباتية بمرور المواد السكرية وغيرها من المواد القابلة للذوبان فى الماء إلى خارج الخلايا ولذلك يلاحظ أن جذور البنجر وغيرها من النباتات التى تنمو فى الأراضى الرطبة تكون محتفظة بمركباتها السكرية

البلزمة Plasmolysis

إذا عملت قطاعا عرضيا فى جذر البنجر مثلا وغمسته فى محلول الملح العادى بنسبة ٤ ٪ فانه يلاحظ تسرب مقدار من ماء خلاياها خارجها وينقص الضغط الانتشارى ويصغر حجم الخلايا ويستمر خروج الماء من الخلية إلى الخارج هكذا مادام بروتوبلازمها حيا ومن ظواهر البلزمة انكماش البروتوبلازم مبتعدا عن الجدار الخلوى ثم يستدير ومع كل ذلك فأنه لايدع المادة الملونة تنفذ خلاله إلى الخارج وفى هذه الحالة يقال للخلايا أنها تبلزمت Plasmolysed أى حدث لها فقدان الماء مع بقاء البروتوبلازم حيا وأن الحالة هذه يقال لها تبلزم أو بلزمة Plasmolysis شكل ٩٩



شكل ٩٩ - بلزمة الخلية

(١) خلية قبل البلزمة (٢) انكماش الجدار الخلوى والبروتوبلازم (٣) انفصال البروتوبلازم من الجدار الخلوى (٤) تكور البروتوبلازم فى وسط الخلية

و يشاهد أن المسافة الناتجة بين الجدار الخلوى والبروتوبلازم المنكمش ممتلئة بمحلول نفذ من الخارج إلى الداخل خلال الجدار الخلوى دون البروتوبلازم

فاذا وضع هذا القطاع ثانيا فى ماء مقطر يلاحظ أن الخلايا تسترجع حالتها الأولى إذ يعود الماء فيدخل الفجوة ويكره البروتوبلازم على ملاصقة الجدار الخلوى وتعود الخلايا سيرتها الأولى الانتفاخية

أما إذا عملت قطاعا عرضيا كالسابق فى جذر البنجر ووضعت عليه كحولا Alcohol أوأى مادة سامة مميتة لبروتوبلازم النبات فانه يلاحظ انكماش البروتوبلازم وخروج المادة الملونة من الخلية وإذا وضع القطاع ثانيا فى ماء مقطر لا يرجع إلى حالته الأولى كما سبق بل يبقى منكمشا ذابلا مما يدل على أن هذه الحالة هى حالة موت البروتوبلازم و ليست بلزمته

ومما سبق يمكن تعريف البلزمة بأنها فقدان فى ماء الخلية وانكماش فى بروتوبلازمها مع بقائه حيا ويمكن أن يستعيض النبات حيوته الأولى إذا وضع ثانيا فى ماء مقطر

انتخاب المحاليل الأرضية Selective soil solution

قد تنمو نباتات مختلفة فى بقعة واحدة من الأرض ومع كل ذلك فان كل منها يمتص أغذيته بنسب مختلفة عن الآخر . لأن كل نبات له حاجة مخصوصة من الأملاح الأرضية فقد عرف من تحليل رماد النباتات النجيلية مثل القمح والشعير والذرة وغيرها ان به كثيرا من السليكا . وأما رماد بعض النباتات مثل البطاطس والبنجر والفول يشتمل على مقدار من الازوت والجير والبوتاسيوم أكثر مما فى النباتات النجيلية . وهذا هو السبب الذى يدعو المزارعين لتسميد محاصيلهم بأسمدة عناصرها مختلفة .

٣ — صعود العصارة والطريق التى تسلكها

Course of Absorbed solutions

الشعيرات الجذرية تمتص المحاليل الأرضية بتأثير الضغط الاسموزى وتنتقل منها إلى خلايا القشرة بهذا التأثير أيضا حتى تصبح الخلايا البارنشيمية للقشرة متصلة جميعها ثم ينقل الماء منها إلى بارنشيمية الخشب فتنتفخ بدورها وتتوتر

جدرها إلى درجة أن عصيرها الخلوى يضطر لأن يدخل فى القصبات والقصيبات بالضغط المائى لأنها خلايا ميتة خالية من مادة البروتوبلازم الذى ينظم دخول الماء فى الخلايا الحية وبعد ذلك تمر العصارة فى خشب الجذر إلى خشب الساق والأوراق .

اغمس ساق فول فى حبر أحمر واتركه مدة ثم اعمل فيه قطاعات عرضية رقيقة واختبر قطاعا منها تحت الميكروسكوب تلاحظ وجود الحبر الأحمر فى أوعية الخشب فقط .

ولو أجريت الفحص السابق على ورقة منغمس عنقها فى حبر أحمر وعملت قطاعا عرضيا فى نصلها تلاحظ أن الحبر الاحمر لايمر إلا فى أوعية الخشب

فهاتان التجربتان البسيطتان تثبتان أن العصارة تصعد إلى السوق والاوراق فى عناصر الخشب فقط .

ويساعد على رفع العصارة أمور كثيرة منها :

أولا : الضغط الجذرى Root Pressure

عرفت فيما سبق أن الماء الارضى يمر من الشعيرات الجذرية إلى خلايا القشرة وهذه يحصل لها انكماش وتوتر متتابعين يضطران العصارة لان تنفذ إلى عناصر الخشب حتى ترتفع إلى أعلى وهذا مايسمى بالضغط الجذرى Root Pressure

والضغط الجذرى يظهر جليا فى الربيع حيث ينشط النبات ويمتص ماء التربة فلو قطعنا ساق عنب مثلا فيلاحظ أن ماء يخرج من القطع بكثرة وهذا ما يسمى بالادماء Bleeding .

ويمكن قياس الضغط الجذرى بأن يؤتى بنبات مزروع فى أصيص ثم يقطع بالقرب من سطح التربة وتركب عليه أنبوبة ملتوية كما فى الشكل ١٠٠ ثم يصب زئبق فى الأنبوبة ويعلم سطحه ويترك لمدة فى نهايتها يرى أن الزئبق قد ارتفع فى الشعبة المعرضة للجو فالفرق بين سطحى الزئبق فى الشعبتين يكون هو الضغط الجذرى

شكل ١٠٠ - جهاز لقياس الضغط الجذرى

ولو أن الضغط الجذرى مهم فى رفع العصارة إلا أنه لا يساعد على رفعها إلى قمم الأشجار العالية حيث أنه فى العادة لا تزيد قوته عن جوين

والضغط الجذرى يختلف فى النبات الواحد وهو ضعيف جداً فى الأشجار العالية مثل الصنوبر والسرو والكازورينا .

ويتوقف الضغط الجذرى على أمور منها :

١ — كمية المادة الممتصة بالشعيرات الجذرية

٢ — درجة الحرارة الجوية والأرضية

ثانياً : الخاصة الشعرية Capillarity

ترتفع السوائل فى الأنابيب الشعرية كما ترتفع فى الفتيل ضد الجاذبية الأرضية . وكلما دقت الأنبوبة وصغر قطرها ارتفع الماء فيها لمسافة أكثر وهذا ما دعا البعض إلى الاعتقاد بأن الخاصة الشعرية لها الفضل فى رفع العصارة فى أوعية وقصبات الخشب مع أنه قد وجد أن ارتفاع الماء بهذه الخاصة الشعرية لا يتجاوز عدد قليل من المليمترات

وعلى ذلك لا يمكن أن يعزى ارتفاع العصارة فى الشجيرات والأشجار إلى هذه الخاصة وحدها

ثالثاً : النتح Transpiration

النتح من أهم أسباب صعود العصارة وسيشرح عمله فيما بعد

٣ — النتح Transpiration

لو أتينا بأنبوبة اختبار ووضعنا فيها ورقة معنقة لنبات مزروع فى أصيص ثم سددنا فوهتها سداً محكماً حول العنق بقطن مندوف فاننا نلاحظ بعد مدة وجود قطرات من الماء على جدر الأنبوبة الداخلية لا تلبث طويلا حتى تتجمع فى قاع الأنبوبة . وخروج الماء من الأوراق بهذه الكيفية على شكل بخار يسمى بالنتح Transpiration

وتيار العصارة المكونة من ماء وأملاح ذائبة والمار فى خلايا النبات

من الجذر إلى الأوراق بتأثير عوامل كثيرة منها النتح يسمى بالتيار النتحى Transpiration Current

ومقدار الماء الذى يتبخر من النبات لا يستهان به فقد تنتح شجرة واحدة فى اليوم العادى ما يقرب من ٥٠٠ لتراً من الماء . وإذا اشتدت قوة الرياح وجف الجو ، وارتفعت درجة الحرارة كان النتح من النباتات أكثر مما سبق وقد يعزى تلطيف الجو وسقوط الأمطار فى المناطق الاستوائية إلى كثرة الغابات ذات الأشجار الضخمة

قياس النتح Measurement of Transpiration

ويمكن قياس النتح بالحجم أو بالوزن

(١) بالحجم : اقطع فرع نبات بعد غمره فى الماء حتى تمنع تسرب الهواء داخل أنسجته وغط الساق بفزلين لتتحقق أن الماء المتبخر جميعه من الاوراق .

احضر مانومترا كما فى الشكل ١٠١ مكوناً من دورق زجاجى مسدود سداً محكما بسداد فليني مغطى بشمع لمنع التبخر منه ذى ثلاث فتحات إحداها ينفذ منها النبات والثانية تنفذ منها أنبوبة ضيقة ملتوية معروف قطرها وطرفها الآخر ينغمس فى كوب به ماء والثالثة ينفذ منها قمع ذو أنبوبة طويلة ـ صب ماء من القمع لتكمل ماء الدورق وبعد أن يرتفع الماء فى القمع اقفل الصنبور ثم ضع الجهاز فى الغرفة قبل أن تبدأ بالتجربة بنصف ساعة حتى يأخذ الجهاز درجة حرارة الغرفة

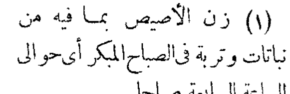
جعل النبات يمتص فقاعة هواء من طرف الانبوبة الملتوية واجعلها تصل نقطة (ب) ثم عين الوقت ثم اترك النبات ينتح فتجد بعد مدة أن فقاعة الهواء تصل نقطة (ا)

ثم افتح صنبور القمع فترى الدورق يسترجع ما فقده من الماء الذى تبخر من النبات والفقاعة رجعت إلى مكانها الاصلى (ب) وبتكرار هذه العملية عدة مرات وأخذ متوسط النتح مع حساب الوقت من مبدأ ظهور الفقاعة عند (ب) إلى أن تصل (ا) يمكن معرفة مقدار النتح فى الزمن .

وبقياس سطوح الاوراق التى يحملها النبات وضرب الناتج فى اثنين إذا كانت

الورقة ذات ثغور على سطحيها ، تحصل على مساحة السطح الناتح بالديسمترات المربعة وبقسمة مقدار النتح فى الساعة على هـذه المساحة ينتج مقدار ما ينتحه النبات فى الساعة من الديسيمتر المربع .

(٢) بالوزن : خذ نباتات مزروعة فى أصيص من الألومونيوم ثم غط سطح الأصيص حولها بشمع لمنع تبخر الماء من تربة الأصيص ثم ادهن سوقها بفزلين لتتأكد أن تبخر الماء من الأوراق فقط



شكل ١٠١
جهاز لقياس النتح

(١) زن الأصيص بما فيه من نباتات وتربة فى الصباح المبكر أى حوالى الساعة السابعة صباحا

(٢) ضع الأصيصّ معرضا للضوء والهواء لمدة ساعتين

(٣) بعد ذلك زن هـذا الأصيص ثانيا تجد أنه نقص فى الوزن عن الحالة الاولى

(٤) ارجع هذا الأصيص فى مكانه الأول وبعد ساعتين زنه تجد أنه نقص فى الوزن عن ذى قبل

وبتكرار هذه العملية إلى الساعة السابعة مساء ترى أن النبات نقص عن وزنه الحقيق فى الصباح وأن النقص كان بمقدار عظيم وقت الظهيرة أى وقت اشتداد حرارة الشمس

قس مساحة أوراق النباتات المستعملة بالبلانمتر ثم اضرب الناتج فى اثنين إذا كانت الأوراق ذات ثغور على سطحيها ، واقسم مقدار ما فُقد من الماء على اثنى عشرة ساعة ينتج مافقده النبات من جميع أوراقه فى الساعة وبقسمة مافقده فى الساعة على مساحة الأوراق ينتج ماتنتحه الديسيمتر المربع فى الساعة من الجرامات

والعوامل التى تؤثر فى عملية النتح قلة وكثرة إما أن تكون خارجية أو داخلية . فمن العوامل الخارجية :

(١) مقدار الرطوبة فى الجو Dampness of air

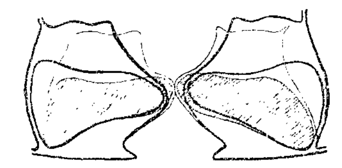
الجو الجاف مدعاة إلى التبخير من الأسطح المعرضة للهواء والنباتات ذات الأوراق المنبسطة يؤثر فيها الجو الجاف فتتبخر منها المياه حتى فى درجات الحرارة المنخفضة فاذا كان الجو ملبداً بالغيوم كاد النتح يمتنع من النبات

(٢) درجة الحرارة Temperature

درجة الحرارة المرتفعة عامل من العوامل التى تساعد على زيادة النتح فضلا عن أنها تزيد قوة الامتصاص بالجذور وهذا يدعو النبات أن يبخر الماء الزائد عن حاجته وأما فى الشتاء فتقل درجة حرارة التربة تبعا لبرودة الجو فيقف صعود العصارة فى أنسجة بعض الأشجار كالعنب والتين والرمان والخوخ والحور فتسقط الاوراق ويقل بل ينعدم تبخر الماء من النباتات وفى الربيع عندما يعتدل الجو ينشط النبات وتصعد العصارة فى أوعية الخشب وتنمو الأوراق ويبدأ النتح ثانيا .

(٣) الضوء Light

عامل مهم من عوامل التمثيل الكربونى ولذلك يلاحظ أن الثغور تنفتح فى النهار لأن الخليتين الحارستين تنتفخان وتتصلبان وتستدير جدرهما تبعا لذلك فتبتعد كل منهما عن الأخرى شكل ١٠٢ . ويمكن تفسير انفتاح الثغور بما يأتى :



شكل ١٠٢ « لاحظ الثغر فى حالة انفتاحه وانقفاله »

الخلايا الحارسة وإن كانت من خلايا البشرة الا أنها تشتمل على مادة الكلوروفيل وهو عامل مهم فى التمثيل الكربونى الذى تتكون منه الكربوايدرات والمواد العضوية الأخرى فتزيد تركيز العصير الخلوى فيها وتتسرب إليها محاليل

الخلايا المجاورة مارة بجدرها الخلوية (نظرية الضغط الأسموزى) فتنتفخ الخلايا الحارسة وتتصلب وتستدير جدرها تقريبا فتبعد بعضها عن بعض وينفتح الثغر فتنتح الأوراق

وأما فى الليل والظلام دامس فتقف عملية التمثيل وتتحول المواد الكربوايدراتية فى الخلايا الحارسة إلى مواد قابلة للذوبان كما أن بخار الماء الذى كان موجودا فى المسافات البينية خرج عن طريق الثغور فى أثناء النهار فيحل محله ماء جديد من الخلايا المحيطة بالمسافات البينية فيزداد تركيز العصارة فى هذه الخلايا فتمتص الماء من الخلايا المجاورة ، وهذه مما جاورها ، وهكذا حتى تصل إلى خلايا البشرة التى تمتص بدورها الماء من الخلايا الحارسة فتنكمش وترتخى وتقرب جدرها بعضها من بعض فتقفل الفتحة ويقف بذلك النتح من النبات .

(٤) حركة الهواء Current of air

لو وضعت منديلا مبللا بالماء فى تيار هواء ما لبث طويلا حتى يجف ويتبخر جميع ما به من الماء وكذلك الحال مع النباتات فى يوم شديد الرياح إذ نلاحظ عليها الذبول والضعف الناتج من زيادة النتح على الامتصاص من التربة بدرجة ربما تودى بها

(٥) الماء الأرضى وقوة تركيزه Soil Water and its concentration

مما سبق يعرف أن النبات يمتص ماءه من الأرض بالجذور ويفقده بالنتح من الأوراق فاذا نقص الماء الأرضى لسبب من الأسباب ينقص النتح تبعا له

وقد وجد أن أملاح البوتاسيوم والصوديوم والنشادر وقليل من القلويات تزيد قوة النتح وأما الأحماض فتقلله

العوامل الداخلية

١ — مساحة السطح المعرض للهواء The area of exposed surface

كلنا نعرف ان الماء يتبخر من السطوح الواسعة اكثر من السطوح الضيقة وعلى هذه الطريقة يحدث النتح فى نباتات الحقل ذات الأوراق العادية اكثر من النباتات الصحراوية ذات الأوراق المختزلة والأعضاء المتحورة إلى أشواك

٢ — عدد الثغور Number of stomata

فى الساق الحديثة العشبية والأوراق ثغور ليست بدرجة واحدة ولذلك يلاحظ أن النتح يحدث فى الأوراق اكثر من حدوثه فى السوق وكذلك فى سطوح الأوراق السفلية اكثر من سطوحها العلوية بالنسبة لزيادة الثغور فى السطح السفلى عن العلوى وقد ينعدم النتح فى السطح العلوى للاوراق اذا كان عديم الثغور .

والنباتات الصحراوية عدد ثغور أوراقها أقل منه فى أوراق نباتات الحقل ولذلك يكون النتح من الثانية اكثر منه فى الأولى

٣ — الكيوتين Cutin

الكيوتين الذى يغطى جدار البشرة الخارجى فى النبات من الوسائل التى تقلل بل تعوق النتح .

قد يحصل النتح من خلايا البشرة جميعها فى أجزاء النبات الطرفية الحديثة السن ويمتنع فى الأجزاء الكبيرة السن من النبات نفسه لأن بشرتها تكون مغطاة بطبقة الكيوتين وزيادة على ذلك يحدث للأجزاء تغليظ ثانوى وتتكون خلايا الفلين « المسوبرة » Suberised غير المنفذة للماء

٤ — موضع الثغور فى البشرة Position of stomata in Epidermis

الثغور فى النباتات الصحراوية غائرة فى خلايا البشرة مثل الزيجوفلم Zygophyllum وقد تشتمل الأوراق على فجوات ضيقة على جانبيها الثغور المغطاة بشعيرات مثل الكازورينا Casuarina أو تشتمل على تجويف كبير فى النصل توجد الثغور على جوانبه مغطاة بشعيرات أيضا مثل ورقة الدفلة Nerium أو تلتوى الورقة وتحفظ الثغور داخلها مغطاة بشعيرات كما فى النجيليات مثل الكلا مجروستس Calamagrostis كل هذه الأحوال السابقة تبعد الثغور المشبعة بالماء عن التيارات الهوائية والضوء والحرارة فيقل تبخير الماء منها

أهمية النتح للنبات :

١ — يساعد فى صعود العصارة من الجذر إلى الأوراق حيث تجهز هناك

وتتكون منها المواد العضوية التى يستعملها النبات غذاء له وما يبقى بعد ذلك يختزن فى أجزائه المختلفة .

٣ — يلطف وينظم درجة حرارة الأنسجة الداخلية لأن تبخر الماء من الأوراق بسبب انخفاض درجة حرارة الأنسجة الداخلية وهو فوق ذلك مدعاة لامتصاص الماء الأرضى الذى يمر فى أنسجة النبات فيلطف درجة حرارتها .

٤ — التمثيل الكربونى Carbon Assimilation

يدخل ثانى أكسيد الكربون فى النباتات العادية من الثغور ويصل إلى أنسجة الورقة منتشرا فى المسافات البينية ثم يدخل الخلايا البارنشيمية المشتملة على المادة الخضراء ذائبا فى الماء الموجود على جدر الخلايا وتحت تأثير المادة الخضراء والحرارة والماء والضوء تتكون المواد الكربوايدراتية من الكربون وهذه العملية هى التمثيل الضوئى .

امتصاص واستعمال ثانى أكسيد الكربون فى عملية التمثيل

تمر على ثانى اكسيد الكربون الجوى ستة أطوار من مبدأ دخوله إلى أن يتحول إلى كربوايدرات

١ — تيار الهواء Current of air

يجب أن يكون النبات فى تيار هواء يتجدد من وقت لآخر وقد وجد أن التيار المناسب لنمو النبات هو ما كانت سرعته تسعة أقدام فى الساعة على الأقل.

٢ — تسرب الغاز خلال الثغور Diffusion of gas through stomata

يدخل الهواء الجوى من الثغور إلى المسافات البينية فى النسيج الاسفنجى ولأجل أن نتأكد أن دخول الهواء حصل من الثغور يجب أن ننتخب عدداً من الأوراق ثغورها فى البشرة السفلى فقط ثم ندهن البشرة السفلى لبعضها وندهن البشرة العليا لبعضها الآخر بنفس المادة وبعد مدة نختبر النشا فى الأوراق جميعها فنجد أن النشا تكون فى الأوراق الثانية وليس له أثر فى الأوراق الأولى

مع أن الظروف واحدة فى الجميع وهذا يثبت أن الهواء الجوى يدخل إلى الأنسجة النباتية خلال الثغور

٣ — انتشار الغاز فى النسيج الميزوفيلى Free gaseous diffusion through mesophyll

من المعروف أن المسافات البينية فى النسيج الأسفنجى للورقة أكثر منها بين الخلايا العمادية فيكون الهواء المختزن فى الأولى اكثر من الهواء فى الثانية وعلى حسب نظرية انتشار الضغط الاسموزى يمر الهواء من المسافات البينية فى النسيج الاسفنجى الى المسافات البينية فى النسيج العمادى والنقص الذى يحدث فى الغاز الموجود فى المسافات التى بين خلايا النسيج الاسفنجى يرجع لها من الهواء الجوى ثانيا وهكذا يحصل التيار داخل أنسجة الورقة

٤ — ذوبان الغاز Solution of gas

والغاز الذى يدخل من الثغور عند ما يصل إلى النسيج العمادى الذى يحتوى على كثير من الكلوروبلاست يذوب فى الماء الموجود فى الجدر الخلوية

٥ — انتشار الغاز المذاب Diffusim of dissolved gas

ينتشر ثانى اكسيد الكربون فى الهواء اكثر من انتشاره فى الماء بمقدار ٨٦٠٠ مرة وتبلغ درجة غروية البروتوبلازم بالنسبة للماء بنحو ٢٠ ـ ٤٠ مرة ولذلك ثانى اكسيد الكربون الجوى وهو على حالة غاز يحتاج إلى ضغط شديد ليدخل الخلايا العمادية واذاً لا بد أن يذوب فى الماء أولا ، ثم يدخل الخلايا العمادية بنظرية الضغط الأسموزى

٦ — التغيرات الكيماوية Chemical changes

وعند دخول ثانى اكسيد الكربون فى الخلايا العمادية حيث تتوفر الشروط من ضوء مناسب وحرارة مناسبة ومادة خضراء تحدث عملية التمثيل ويتكون أول مركب كربوايدراتى

وأول تركيب كربوايدراتى يحتمل أن يتكون هو الفورملدهيد Formaldehyde لأنه يطابق المعادلة الناتجة من اتحاد الماء وثانى أكسيد الكربون مباشرة مع

أننا لا نجد دليلا على وجوده فى الأوراق الخضراء ولذلك يقال أنه يتحول إلى سكر آخر بمجرد تكونه .

ك ا$_{٢}$ + يد$_{٢}$ ا = ك يد$_{٢}$ ا + ا$_{٢}$

ثانى أكسيد الكربون + ماء = فور ملدهيد + اكسيجين

والفور ملدهيد يتحول بدوره إلى سكر العنب أى أن ستة أجزاء منه تكون سكر عنب هو الموجود فى الفواكه ولذلك يحتمل أنه أول سكر يتكون نتيجة عملية التمثيل .

٦ ك يد$_{٢}$ ا = ك$_{٦}$ يد$_{١٢}$ ا$_{٦}$

والأبحاث الحديثة تشير إلى أن بعض النباتات يتكون فيها سكر القصب ك$_{١٢}$ يد$_{٢٢}$ ا$_{١١}$ كأول مركب كربوايدراتى

وبعض السكر المتكون فى الورقة يتحول إلى نشا ويختزن فى الكلورو بلاستيدات وما يبقى بعد ذلك ينتقل من خلية إلى أخرى ليستعمله النبات فى بناء جسمه ويختزن الزائد عن الحاجة فى أنسجته المختلفة إلى وقت اللزوم .

وكان المعتقد قديما أن النشا هو أول كربوايدرات تتكون من التمثيل الكربونى ولكن هذا الاعتقاد ثبت خطؤه لأن بعض النباتات الراقية مثل نبات البصل لا يوجد به نشا مطلقا والكربوايدرات تختزن فيه على حالة سكر . وكذلك بعض النباتات الدنيئة كطحلب الفوشيريا Vaucheria الذى نرى فى خليته حبيبات الزيت بدلا من النشا كنتيجة للتمثيل

ولاثبات أن النشا يختزن فى الأوراق التى تجرى فيها عملية التمثيل نأخذ أوراق بادرة ونغليها فى الماء لقتل البروتوبلازم وبعد ذلك نضعها فى كحول فنجد أن الأوراق تفقد لونها الاخضر شيئاً فشيئاً إلى أن تصبح بيضاء تماما ونرى الكحول يخضر لونه ثم نختبر الأوراق البيضاء بعدئذ بيود فنجد أنها تتلون باللون الأزرق وذلك دليل على وجود النشا فيها

وقد وجد بالبحث أن نبات عباد الشمس المعرض للهواء يمتص ٤١١ سم^{٣}

من ثانى أكسيد الكربون فى الساعة من السنتيمتر المربع وهذا المقدار لا يستهان به لأنه لو تركت النباتات تمتص ثانى أكسيد الكربون الجوى لوجد بعد مدة أن الجو يخلو من الكربون ولكن تنفس الكائنات الحية من حيوان ونبات وتحليل أجسامها الميتة ، وكذلك الغازات المتصاعدة من المعامل الصناعية الناتجة من احتراق الفحم والخشب والغازات التى تخرج من البراكين كل ذلك ينتج ثانى أكسيد الكربون الذى يعوض ما تمتصه النباتات منه ولذلك تبقى نسبته محفوظة فى الجو

وثانى أكسيد الكربون موجود فى الجو بنسبة ٠٫٠٣ ٪ إلى ٠٫٠٤ ٪ وأما فى الماء فيوجد بنسبة أقل من ذلك ومع هذا فان النباتات المائية مثل البوتاموجيتن والألوديا والطحالب الخضراء تعتمد على كربون الماء فى عملية التمثيل

ومما سبق يعرف أن النبات العادى يمتص الهواء المشتمل على ثانى أكسيد الكربون ويأخذ منه الكربون لاجراء عملية التمثيل ويطلق الأكسيجين فى الهواء ثانياً ، ولاثبات أن الأكسيجين ناتج من عملية التمثيل نجرى التجربة الآتية :

يؤخذ كوب مملوء ماء ثم ينكس فيه قمع يحفظ نباتا مائيا فى فوهته ثم تملأ أنبوبة اختبار ماء أيضا ثم تنكس على طرف القمع كما فى شكل ١٠٣ بكل عناية حتى لا تنسكب منها أية قطرة من الماء ثم يعرض الجهاز للضوء فنرى بعد قليل خروج فقاقيع غازية لا تلبث طويلا أن تملأ طرف الأنبوبة دافعة الماء إلى أسفل

ارفع أنبوبة الاختبار بعناية أيضا حتى لا يتسرب إليها أى غاز من الخارج واختبر الغاز الموجود داخلها بعود ثقاب محترق تر لهيبه يزيد توهجا وهذا يثبت أن الغاز الذى فى الأنبوبة هو الأكسيجين

شكل ١٠٣ - جهاز يبين عملية التمثيل (أخذ ثانى أكسيد الكربون وطرد الاكسيجين)

ولو أجريت التجربة السابقة فى غرفة مظلمة لا ترى صعود فقاقيع الغاز السابقة وهذا دليل على أن الضوء ضرورى للتمثيل .

وكذلك لو اغليت ماء الكوب فى التجربة السابقة أيضا لتطرد ثانى إكسيد

الكربون وعرضت الجهاز جميعه للضوء لرأيت أن فقاقيع الغاز لاتصعد أيضا وفى هذا دليل على أن ثانى إكسيد الكربون عامل مهم فى عملية التمثيل .

ومما سبق يلاحظ أن عملية التمثيل تجرى فى النباتات تحت تأثير عدة عوامل هى :

١ — وجود ثانى إكسيد الكربون فى الجو المحيط بالنبات

٢ — وجود الماء فى أنسجة النباتات التى تحصل فيها عملية التمثيل

٣ — وجود كلوروفيل

٤ — وجود الضوء

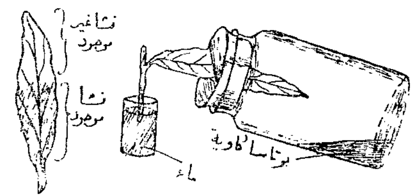
٥ — وجود الحرارة المناسبة

٦ — حياة النبات أى أنه يشتمل على مادة البروتوبلازم

١ — الكربون Carbon

الكربون ضرورى للتمثيل ولاثبات ذلك نجرى التجربة الآتية :

خذ دورقا زجاجيا كالمبين بشكل ١٠٤ مقفلا إقفالا محكما بسداد من الفلين به فتحتان الأولى معدة لدخول الهواء والثانية تنفذ منها ورقة نبات سبق أن حفظ فى غرفة مظلمة يومين منغمسا جزؤه الأسفل فى كوب ممتلىء بالماء فلو اختبرته باليود لوجدت أنه خال من النشا .



شكل ١٠٤ - يظهر أن ثانى أكسيد الكربون ضرورى لعملية التمثيل

صب من الفتحة المعدة للتهوية بوتاسا كاوية لامتصاص ثانى أكسيد الكربون الذى يدخل مع الهواء .

عرض الجهاز للضوء مدة ست ساعات ثم أخرج الورقة بعد ذلك من الدورق واختبر أجزاءها باليود تر أن جزء الورقة الذى كان محفوظا بالدورق لا يزرق

لونه ، دلالة على عدم وجود النشا وأما جزء الورقة المعرض للهواء فيزرق لونه بتأثير اليود عليه وفى هذا دلالة على أن به نشا

٢ — الماء Water

الماء ضرورى أيضا لعملية التمثيل إذ يدخل عنصراه الايدروجين والأكسيجين فى تكوين الكربوايدرات والمواد العضوية الأخرى

٣ — الكلوروفيل Chlorophyll

مادة النبات الخضراء متركبة من الكربون والأكسيجين والأيدروجين والأزوت والمغنيسيوم وهى عبارة عن خليط من مواد مختلفة منها الكلوروفيل ذو اللون الأزرق المخضر ($\text{ك}_{٥٥}\text{يد}_{٧٢}\text{ا}_{٥}\text{ز}_{٤}$ مغ) والكلوروفيل ذو اللون الأصفر المخضر ($\text{ك}_{٥٥}\text{يد}_{٧٠}\text{ا}_{٦}\text{ز}_{٤}$ مع) وزيادة على ذلك فى البلاستيدة الخضراء مادة الكاروتين Carotin ($\text{ك}_{٤٠}\text{يد}_{٥٦}$) ذات اللون البرتقالى ومادة الزنسوفيل Xanthophyll الصفراء اللون ($\text{ك}_{٤٠}\text{يد}_{٥٦}\text{ا}_{٢}$)

ومادة الكلوروفيل تنشأ فى الخلايا ويكثر عددها تحت تأثير عنصر الحديد مع أنه لا يوجد فى تركيبها وتأثير الضوء لأننا إذا أخذنا أجزاء خضراء من النبات وحفظناها فى الظلام مدة طويلة فان مادتها الخضراء تختفى وهذا ما يحصل فى السوق الأرضية البعيدة عن الضوء وكذلك فى البزور . فاذا عرضت هذه الاعضاء الخالية من الكلوروفيل إلى الضوء ثانيا فسرعان ما يخضر لونها

يمتص الكلوروفيل الموجود فى البلاستيدات مجهود أشعة الشمس ليقوم بعملية التمثيل تحت شروط أخرى

المادة الخضراء فى النبات ضرورية لاجراء التمثيل فالبتلات الزهرية لايحدث فيها التمثيل لخلوها من الكلوروفيل ، وكذلك الأوراق المبقعة لا يحتوى ما فيها من البقع على مادة الكلوروفيل ولو أختبرت باليود لايرى فيها نشا أما الأجزاء الخضراء من الورق فلو أُختُبرَت باليود لوُجدَ فيها نشا

ويمكن البرهنة على ضرورة الكلوروفيل فى عملية التمثيل بأن نقول إن العروق

التي تمر فى أنصال الأوراق خالية من هذه المادة الخضراء ولو أختبرت باليود كما مر لا يزرق لونها دليلا على أن التمثيل الكربونى لا يحدث فى هذه العروق

وأوراق بعض أصناف البنجر وعرف الديك والا كاليفا وغيرها يغلب عصيرها الخلوى الملون على مادة الكلوروفيل الموجود فيها فتتلون بألوان مختلفة كالاحمر والاصفر والبنى ولكن هذه الأوراق تقوم بعملية التمثيل كالمعتاد

٤ — الضوء Light

الضوء ضرورى للتمثيل الكربونى فلو اختبرنا أوراق نبات عادى أثناء النهار نلاحظ وجود النشا بها وهذا ناتج غير مباشر للتمثيل . لو اختبرت أوراقاأخرى لنفس النبات فى الصباح المبكر (قبل بزوغ الشمس) لوجدت أنها خلو من النشا فهذا يدل على أن الكلوروفيل لا يعمل تمثيل فى الظلام فى جو من ثانى أكسيد الكربون

وإذا مُرِّرَ الطيف الضوئى فى محلول الكلوروفيل يلاحظ أن بعض الأشعة تمتَصُّ أكثر من غيرها ويستعملها النبات فى عملية التمثيل وهى الاشعة الحمراء والصفراء والبرتقالية أما الأشعة الخضراء فأثرها قليل

وزيادة على ما مر يمكن اثبات أهمية الضوء فى التمثيل بأن نغطى جزءاً من ورقة فى الصباح المبكر (قبل طلوع الشمس عندما تكون الأوراق خالية من النشا) بورقة قصدير ثم تترك فى ضوء الشمس وبعد مدة تقرب من ست ساعات نختبر النشا فى أجزاء الورقة المختلفة فنجد أن جزءها المغطى بالقصدير خال من النشا والأجزاء المعرضة للضوء موجود فيها نشا

٥ — الحرارة المناسبة Suitable Temperature

الحرارة المناسبة ضرورية لعملية التمثيل كضرورتها لغيرها من التفاعلات الكيماوية أى أن التفاعل يتضاعف كلما زادت درجة الحرارة إلا أن تأثير الحرارة الشديدة يضر النبات لأنها تتلف بروتوبلازم الخلية - ويتناسب التمثيل مع درجة الحرارة تناسبا طرديا إلى أن تصل ٢٥ إلى ٣٠ سنتيجراد وبعدها يقل مقدار التمثيل

٦ — وجود البروتوبلازم Protoplasm

قد عملت عدة تجارب لجعل ثانى اكسيد الكربون يتحد مع الماء تحت تأثير محلول الكلوروفيل والضوء خارج الخلية ولكنها فشلت جميعها فهذا يثبت أن البروتوبلازم الحى فى الخلية هو المنظم لهذه العملية

العوامل السامة التى توقف عملية التمثيل

قد تؤثر بعض العوامل فى التمثيل اذا زادت عن حدها فمثلا الكربون اذا كان فى الهواء الجوى المحيط بالنبات بنسبة ٢٥ر٠ ٪ فيضر النبات وربما يولد له الاختناق والموت

والضوء الشديد أيضا يوقف عملية التمثيل لأنه يفسد الكلوروفيل

وشدة الحرارة تضر بالبروتوبلازم الذى ينظم كل الأعمال الحيوية فى النبات فيقل التمثيل تبعاً لهذا الضرر

تقدير التمثيل الكربونى

فى هذه العملية يدخل ثانى أكسيد الكربون فى النبات بقدر ما يخرج منه الأكسيجين ويتكون السكر والنشا فبقياس ثانى أكسيد الكربون أو الأكسيجين أو المواد العضوية فى الزمن المحدد يمكن معرفة سرعة عملية التمثيل فى النبات

أولا : تقدير التمثيل بالمواد العضوية

نتبع طريقة تكوين المواد العضوية فى النبات لأنها أسهل الطرق وإليك العمل :

(١) خذ نبات مزروع فى أصيص ومعرض للضوء التام

(٢) حدد مساحات متساوية على جانبى العرق الوسطى لعدد كبير من الأوراق

(٣) انزع مساحات من الورق الموجودة على أحد جانبى العرق ثم جففها بسرعة فى فرن مدة حتى يخرج جميع الماء ثم زنها

(٤) بعد مدة ولتكن ست ساعات انزع مساحات الأوراق الأخرى الموجودة على الجانب الثانى من العرق الوسطى ثم جففها فى الفرن بالطريقة عينها وزنها

فتجد أن وزن مساحات الأوراق فى بند (٤) أكثر من وزن المساحات المساوية لها فى بند (٣) والفرق ناتج عن الكربوايدرات المتكونة وبقسمة الزيادة على المساحات المأخوذة فى بند (٤) ينتج ما يمثله الديسيمتر المربع فى ستة ساعات وبقسمة الناتج الأخير على ستة ينتج ما يمثله النبات فى الساعة من الديسيمتر المربع

ثانيا : تقدير التمثيل الكربونى بثانى اكسيد الكربون

لو مررت تيار من الهواء معروف نسبة مابه من ثانى أكسيد الكربون على نبات تحت ناقوس مع تغطية قاعدة الناقوس بفزلين لمنع تسرب الهواء إليه إلا من التيار السابق ثم قدرت مقدار ثانى أكسيد الكربون الذى يمتص بالبوتاسا الكاوية الموجودة تحت الناقوس مع النبات يكون هو ثانى أكسيد الكربون الذى استعمل فى التمثيل من مساحات الأوراق المعلومة فى الوقت المعلوم

تقدير التمثيل الكربونى بالأكسيجين

كذلك الأكسيجين الذى ينطلق أثناء التجربة السابقة يمكن قياسه بعد مدة معينة وإيجاد مساحة النبات المستعمل بالديسيمتر ثم نقسمه الأكسيجين المنطلق على الوقت والمساحة ينتج مقدار الأكسيجين المنطلق فى الساعة من الديسيمتر المربع من النبات

وقد وجد أن النبات العادى يمثل ك ا٢ الجوى بنسبة ١٦ر٥ ملليجرام من الديسيمتر المربع فى الساعة أو ما مساحته ٨ر٢ سنتيمتر من ك ا٢ فى الساعة من الديسيمتر المربع للورقة ونبات عباد الشمس المزروع فى جو نسبه ك ا٢ فيه ٠ر٠٣ ٪ يمكن أن ينفذ الديسيمتر المربع من أوراقه فى عملية التمثيل كل ك ا٢ الموجود فى عمود من الهواء ارتفاعه ٩ قدما فى الساعة

وطريقة الوزن الجاف لنصف الورقة لها عيوب منها :

أولا : يجب أن يترك وزن العروق إذ لا يحدث فيها تمثيل لخلوها من الكلوروفيل

ثانيا : أن الأوراق يحصل لها انكماش فى الضوء الشديد بنسبة ٤ ٪ من مساحتها وهذا ما يزيد من نسبة ثانى أكسيد الكربون الممتص بقدر الضعف أو ثلاثة مرات وطبعاً تزيد عملية التمثيل تبعا لذلك .

٥ — الأنزيمات Enzymes

المواد التى تتكون فى النبات نتيجة عملية التمثيل لا تنتقل من خلية إلى أخرى إلا فى حالة ذوبان وانتشار وعند ما تصل هذه المواد أعضاء النبات المختلفة مثل البزور والجذور والدرنات تتحول ثانيا إلى مواد أخرى مثل النشا والسكر والإنيولين والسيليولوز والدهون وغيرها وتبقى كذلك إلى أن يحتاج إليها الأمر فتذوب وتنتشر إلى مراكز النمو فتساعد على النشاط فى النبات

والعامل فى الإذابة والتحويل هو الإنزيمات الموجودة فى النبات وهى مادة سائلة غروية غير حية تفقد خواصها بالسموم وارتفاع درجة الحرارة وينشط عملها حتى يبلغ أشده عند الدرجة ما بين ٣٠ و ٥٠ سنتيجراد ونشاطها فى الظلام أكثر منه فى الضوء بل ربما يقف عملها فى الضوء الشديد

ويمكن استخلاص الإنزيمات من الكائنات الحية وتجفيفها وصياغتها فى أقراص منتظمة مبيضة اللون تستعمل عند الحاجة

والإنزيمات عوامل مساعدة إذ تدخل فى العملية الكيماوية من المبدأ إلى النهاية من غير أن يطرأ عليها تغيير فهى تشبه من هذه الوجهة ثانى اكسيد المنجنيز الذى يساعد على تحضير الأكسيجين من كلورات البوتاسيوم من غير أن يتغير

ولمعظم الإنزيمات فعل عكسى فمثلا يمكن للانزيمات التى تحول النشا إلى سكر أن تحول السكر إلى نشا ويتوقف ذلك على قوة التركيز النسبى للمحلول فإذا كان تركيز السكر خفيفا فى محلول يحتوى على نشا وسكر فالإنزيم يحول النشا إلى سكر وإذا زاد تركيز السكر عن حد محدود فإن الإنزيم يبدأ فى تحويل السكر إلى نشا ويستمر فى عمله هذا إلى أن تنشأ حالة توازن

ففى النهار والضوء شديد يتكون السكر فى الأوراق شيئا فشيئا إلى أن تصل قوة تركيزه درجة محدودة عندها يبدأ الإنزيم فى تحويله إلى نشا وأما فى الليل فينتشر السكر من خلية إلى أخرى بطريقة الانتشار الأسموزى وبالانتقال فى عناصر اللحاء فيقل تركيزه فى الخلايا وفى هذا الوقت يعمل الإنزيم الموجود على تحويل

النشا إلى سكر مرة ثانية وهكذا إلى أن تصبح الأوراق خالية منه فى الصباح قبل طلوع الشمس

والانزيمات الموجودة فى النبات كثيرة منها :

(١) إنزيمات تحلل المادة تحليلاً مائياً Hydrolysing Enzymes

(٢) إنزيمات مؤكسدة Oxidising Enzymes

(٣) إنزيمات مختزلة Reducing Enzymes

(٤) إنزيمات الاختمار Fermenting Enzymes

(١) انزيمات تحلل المادة تحليلا مائياً

Hydrolysing Enzymes

هى التى تعمل على تحويل المواد العضوية المعقدة إلى مواد أقل منها فى التركيب وهى أنواع كثيرة تختلف باختلاف المواد التى تؤثر فيها وإليك بعضها .

إنزيمات تحلل المواد الكربوايدراتية الصلبة إلى سكر قابل للذوبان . وهى كما يأتى :

انزيم الدياستاز Diastase

وهو موجود فى البزور والفواكه والأوراق ويؤثر على النشا فيحوله إلى سكر الدكسترين والملتوز .

(ك$_{٦}$ يد$_{١٠}$ ا$_{٥}$)ن + يد$_{٢}$ ا + دياستاز = (ك$_{٦}$ يد$_{١٠}$ ا$_{٥}$) س + ك$_{١٢}$ يد$_{٢٢}$ ا$_{١١}$ + دياستاز

انزيم السيتاز Cytase

وهو موجود فى بزور البلح ويسبب إنبات أجنتها ويحلل الهميسيليولوز Hemicellulose إلى الجلاكتوز Galactose والمانوز Mannose

انزيم البكتناز Pectinase

يؤثر على البكتين المكون للجدار الأولى Middle lamella ويحوله إلى صمغ الارابينوز وهو يسبب نضج الفواكه الطرية لأنه يعمل على تفكك خلاياها بعضها من بعض .

ثانياً : انزيمات تحلل المواد العضوية الذائبة مثل السكريات الثنائية Disaccharides والسكريات الكثيرة Polysaccharides إلى سكريات أحادية monosaccharides

انزيم الانفرتاز Invertase

يؤثر على سكر القصب ويحوله إلى سكر الفاكهة Laevulose وسكر العنب dextrose وهو موجود فى كثير من الأوراق والسوق والجذور ك$_{١٢}$ يد$_{٢٢}$ ا$_{١١}$ + يد$_{٢}$ ا + انفرتاز = ك$_{٦}$ يد$_{١٢}$ ا$_{٦}$ + ك$_{٦}$ يد$_{١٢}$ ا$_{٦}$ + انفرتاز

انزيم الملتاز Maltase

يوجد فى الأوراق الخضراء ويؤثر على سكر الملتوز ويحوله إلى سكر الفاكهة

ك$_{١٢}$ يد$_{٢٢}$ ا$_{١١}$ + يد$_{٢}$ ا + الملتاز = ٢ ك$_{٦}$ يد$_{١٢}$ ا$_{٦}$ + الملتاز

انزيم الانيولاز Inulase

يوجد فى الخرشوف وهو يحول الانيولين إلى سكر الفاكهة Laevulose

ثالثا : ويدخل فى تحليل الجلوكوسيدات Glucocides إلى سكر ومواد أخرى انزيمان وهما الأمجدالاز Amygdalase والبروناز Prunase ويوجدان فى اللوز Almonds

انزيم الأمجدالاز Amygdalase

وأنزيم الأمجدالاز يحلل الجلوكوسيدات بسرعة إذا استعمل الكحول بدل الماء وهو يعمل فى مواد كثيرة ونكتفى هنا بذكر الآتى :

أمجدالسيد Amygdaloside + ماء + الأمجدالاز = دكسترين + حمض الايدروسيانيك (يد ك ز) + بنزالدهيد

انزيم البروناز Prunase

يوجد منفصلا عن الأمجدالاز فى الكريز وهو يحلل منديلونيتريل جلوكوسيد Mandelonitrile Glucoside إلى دكستروز وحمض الايدروسيانيك (يد ك ز) وبنزالدهيد

انزيم الملتاز Maltase

يعمل هذا الانزيم أيضا فى تحليل الأمجدالسيد فى عدم وجود الماء ويعطى دكستروز ومنديلونيتريل جلوكوسيد

رابعاً : والأنزيمات التى تدخل فى تحليل البروتين الموجود فى الخلايا إلى مواد أبسط منها فى وسط مناسب توضع جميعها تحت الاسم البرتياسز Proteases

مجموعة الببسين Pepsin Type

الببسين يحلل البروتين إلى بيتونز Peptones

مجموعة الاربسين Erepsin Type

هذا النوع من الأنزيمات يحلل البتونز Peptones إلى أمينو اسدز Amino - acids وكلا المجموعتين السابقتين توجدان فى بزور نبات القنب وفى ثمار الأناناس والتين والتفاح والكمثرى والباباز

خامساً : الأنزيمات التى تحلل الدهون والزيوت إلى جليسرول وأحماض دهنية توضع جميعها تحت اسم ليباز Lipases

انزيم اللبياز Lipase

يوجد هذا الأنزيم فى بزور الخروع وينشط فى عمله اثناء انبات الاجنة

(٢) الانزيمات المؤكسدة Oxidising Enzymes

انزيما البيروكسداز Peroxidase والبيروكسيد Peroxide يُكوّنان مجتمعين الانزيمات المؤكسدة . وهما يستخلصان اكسيجين الهواء الجوى لاكسدة المواد الموجودة فى النبات فينشأ من ذلك مجهود يستعمله النبات فى أعمال كثيرة .

ومجموعة الاكسيداز Oxidase مهمه جداً فى تنفس النبات وفى إعطاء الأزهار الوانها المختلفة .

وهو يؤكسد صبغة الجواياكم Guaiacum) ويحولها إلى اللون الأزرق ويؤكسد المواد العطرية ويحولها الى مركبات ملونة . وهو يوجد فى النباتات التابعة للعائلة الخيمية والشفوية والمركبة وغيرها من العائلات .

(٣) الانزيمات المختزلة Reducing Enzymes

توضع هذه الأنزيمات تحت اسم ريدكتاز Reductase والى الآن لم يعرف منها الا القليل .

وهى توجد فى نبات الخميرة Yeast وتعمل على اختزال مسيلين بلو Methylene blue وتحوله الى مركبات عديمة اللون

انزيم البكتاز Pectase

هذا الأنزيم يعمل على تجمع مادة البكتين الزائبة (البكتينوجين Pectinogen) ويوجد فى جذور الجزر وأوراق البرسيم

(٤) أنزيمات الاختمار Fermenting Enzymes

التفاعلات التى تحدثها هذه الانزيمات معقدة ومشكوك فيها إلى الآن وسنشرح عمل واحد منها .

أنزيم الزيماز Zymase

يؤثر هذا الأنزيم على سكر العنب ويحلله الى ذراته فينتج ثانى اكسيد الكربون وكحول ومجهود energy يستعمله النبات فى أغراضه المختلفة وهذه العملية تسمى الاختمار الكحولى وهى تحدث بنبات الخميرة Yeast وبعض الفطريات فى جو خال من الاكسيجين Anaerobic

$ك_{٦}يد_{١٢}ا_{٦}$ + الزيماز = ٢ $ك_{٢}يد_{٥}$ ا يد + ٢ $ك ا_{٢}$ + مجهود + الزيماز

سكر العنب + الزيماز = كحول + ثانى أكسيد الكربون + مجهود + الزيماز

عمليات التغير الغذائى Metabolism

تحدث فى النبات عدة عمليات كيماوية عظيمة تستلزمها حياة النبات وكلها فى مجموعها تسمى عمليات التغير الغذائى Metabolism فنها ما تستلزم انشاء مركبات معقدة من مواد أقل منها فى التركيب وتسمى هذه العملية البناء والتشييد Anabolism كما يحدث فى تحويل السكر إلى نشا أو المواد الكربوايدراتية إلى زيوت وقد يحدث أن المواد النباتية العضوية أو المعدنية تتحلل إلى مواد أقل منها تركيبا وينطلق أثناء هذه العملية المجهود الذى يستعمله النبات فى أغراض مختلفة ويطلق على هذه العملية عملية الهدم والتحليل Katabolism كما يحدث مثلا فى عمليات تخمير الكحول

وفى أثناء عملية التغير الغذائى Metabolism فى النبات قد تتكون مواد

مختلفة كالأحماض العضوية والمواد الملونة والزيوت العطرية والصمغ والقلويات والكاوتشوك ولا يستعمل النبات هذه المركبات عادة بعد تكوينها وهى لذلك تعتبر منتجات ثانوية وليس معنى هذا أن لا فائدة منها للنبات فان بعض المركبات السامة والمرة تقى النبات من فتك الحيوانات

وبعض المواد الملونة التى توجد فى البتلات مثل بتلات الجيرانيوم تجذب الحشرات فتساعد على عملية التلقيح والاخصاب وأما المواد الملونة الموجودة فى بعض البزور والثمار فتجذب الحيوانات وخاصة الطيور فتلتقطها وتنقلها من مكان إلى آخر والمواد اللبنية والراتنجات تتجمع حول الجروح التى تحدث للنبات وتعفنها فتحفظ الأنسجة الداخلية من دخول جراثيم الأمراض والحشرات التى تفتك بها إذا اصابت النبات

٦ — التنفس Respiration

أول من اكتشف أن النبات يتنفس هو العالم انجن هوز Ingen - Housz سنة ١٧٧٩ لأنه تابع تجارب برستلى Priestley التى أجراها على تجدد الهواء بالنباتات فوجد انجن هوز أن هذه النظرية محققة فى النباتات الخضراء المعرضة للضوء . ولكن أجزاء النبات الخالية من المادة الخضراء وكذلك الأجزاء النباتية الخضراء البعيدة عن الضوء ينطلق منها ثانى أكسيد الكربون فعرف أن النبات يأخذ الأكسيجين من الهواء الجوى ويخرج ثانى أكسيد الكربون وهذه هى نتيجة التنفس فى الحيوان فمن ذلك عرف أن النبات يتنفس

واستمر الحال على هذا المنوال إلى أن جاء العالم سوسور Saussure سنة ١٨٠٤ وزاد الأمر وضوحاً لأنه أول من أجرى تجارب حقيقية على تنفس النبات ومن هذا الوقت استتب الأمر على أن النبات يتنفس كالحيوان .

كل الكائنات الحية من حيوان ونبات تتنفس أى تأخذ الأكسيجين وتطرد ثانى أكسيد الكربون مصحوبا ببخار الماء مع ارتفاع فى درجة الحرارة .

والتنفس عملية هدم أى أن المواد التى تكونت من عملية التمثيل تتحلل وفى

أثناء هذه العملية يتحول المجهود الكامن Potential energy إلى مجهود محرك Kinetic energy يستعمله النبات فى بناء جسمه من جديد وفى أغراض أخرى كثيرة .

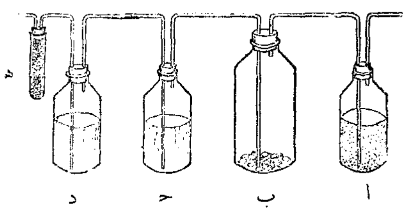
والتنفس غير قاصر على اكسدة الكربوايدرات الموجودة فى النبات بل يتعداها إلى أكسدة البروتوبلازم نفسه فى حالة وجود الأكسيجين كما فى النباتات الراقية أو عدم وجوده كما فى بعض النباتات الدنيئة مثل البكتيريا والفطر والخميرة .

وكل خلية فى النبات تتنفس إذ تأخذ الأكسيجين اللازم لها من الهواء الذى يدخل من الثغور والعديسات وينتشر بطريقة الضغط الأسموزى فى الخلايا

ويتنفس النبات فى الليل والنهار على السواء إلا أنه فى النهار لا تظهر نتيجة التنفس واضحة بالنسبة لعملية التمثيل الكربونى التى يجريها النبات المشتمل على المادة الخضراء بسرعة أكثر من عملية التنفس فيخرج الأكسيجين ويمتص ثانى أكسيد الكربون من الجو فيخيل للمرء أن النبات لا يتنفس أثناء النهار

ولاثبات أن النبات يتنفس فى النهار تؤخذ أجزاء نباتات خالية من الكلوروفيل مثل البزور والثمار أو يوضع فرخ نبات ذو أوراق خضراء فى دورق مغطى بورقة سوداء فيظهر أن النبات يتنفس أى يأخذ من الهواء المحيط به الأكسيجين ويطرد ثانى أكسيد الكربون . لأن عملية التمثيل فى هذا الوقت تقف لفقدان شرط من الشروط اللازمة لها . وإليك تجربة تثبت ذلك :

نأخذ جهازا كالمبين فى شكل ١٠٥ ونضع بزورا مستنبتة فى القارورة (ب)



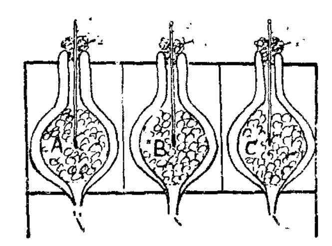
شكل ١٠٥ - جهاز لاثبات خروج ثانى أكسيد الكربون أثناء التنفس

وأما القوارير (ا) و (حـ) و (د) فيوضع فيها أيدروكسيد الباريوم وأما الأنبوبة (ﻫ) فيوضع بها بوتاسا كاوية .

توصل آلة ماصة بالقارورة (ا) فيمر الهواء الجوى من الأنبوبة (ﻫ) فتمتص البوتاسا الكاوية جميع مابه من ثانى اكسيد الكربون فيصبح تيار الهواء خالياً من ثانى اكسيد الكربون بدليل أن إيدروكسيد الباريوم الموجود فى القارورتين (حـ) و (د) لا يتعكر ثم يمر فيهما الهواء الخالى من ثانى أوكسيد الكربون إلى البزور المستنبتة فى القارورة (ب) فتتنفس البزور أى تأخذ الأكسيجين من هذا التيار وتطرد ثانى أكسيد الكربون الذى يعكر إيدروكسيد الباريوم فى القارورة (ا) .

الحرارة الناتجة من التنفس The Heat of Respiration

عند ما يتنفس النبات تنشأ الحرارة أثناء عملية الهدم Katabolism ولإثبات ذلك نجرى التجربة الآتية .



شكل ١٠٦ — جهاز لقياس درجة الحرارة الناتجة من التنفس

(A) بزور حية (B) بزور ميتة (C) بزور ميتة معقمة

تؤخذ ثلاثة دوارق كالمبينة فى الشكل ١٠٦ ثم توضع فى أحدها بزور بازلاء أجنتها حية مستنبتة من قبل . وفى الثانى بزور بازلاء أجنتها ميتة وفى الثالث بزور بازلاء اجنتها ميتة كالبزور الثانية غير أنها تكون معقمة ثم يُسَدّ كل منها بقطن مندوف معقم يمر من وسطه ترمومتر لقياس درجة الحرارة فى كل دورق وتوجد فتحة فى قاع كل منها وظيفتها خروج ثانى اكسيد الكربون الناتج عن التنفس حتى لا يضر الأجنة .

تترك التجربة لمدة أسبوعين وفى أثنائهما تقاس درجة الحرارة مرتين فى اليوم .

فيلاحظ أن درجة حرارة البزور الحية فى (A) بعد يومين ترتفع عن درجة البزور الميتة فى (B) بمقدار ٢° سنتيجراد . وفى اليوم الثالث يلاحظ أن البزور الميتة فى الدورق (B) قد أصيبت بالبكتيريا والفطر وتسبب عن هذا ارتفاع درجة الحرارة فى نهاية الأسبوع الأول بمقدار ٧° أو ٨° سنتيجراد أكثر من درجة حرارة البزور الحية فى (A)

وأما درجة حرارة البزور الميتة المعقمة فى (C) فانها تبق حتى نهاية الأسبوع الثانى بدون تغيير

المعادلة التنفسية The Respiratory Quotient

تأكسد السكر الأحادى مثل الدكستروز أو اليفيولوز يتكون منه المعادلة الآتية:

$$\text{ك}_٦\text{يد}_{١٢}\text{ا}_٦ + ٦\,\text{ا}_٢ = ٦\,\text{ك ا}_٢ + ٦\,\text{يد}_٢\text{ا}$$

ومن هذه المعادلة يمكن معرفة أن حجم الأكسيجين الممتص يعادل مقدار ثانى اكسيد الكربون المنطلق

والكسر الذى بسطه حجم ثانى أكسيد الكربون المنطلق ومقامه حجم الأكسيجين الممتص يسمى بالمعادلة التنفسية $\frac{\text{ك ا}_٢}{\text{ا}_٢}$ = ١ر٠ تقريباً وقد تقل عن هذه النسبة فى البزور الزيتية . وتقدر تقريبا بـ $\frac{١}{٢}$ أو أقل من نصف فى الأوراق المتشحمة أو السوق المتحورة إلى شكل أوراق متشحمة . لأن جزءا من ثانى أكسيد الكربون يختزن فى أنسجة النبات على حالة أحماض عضوية وقد يتحول ثانى أكسيد الكربون جميعه إلى أحماض ولا ينطلق منه شىء

التغيرات فى المواد النباتية Changes in Plant materials

تحدث للمواد المختزنة فى النبات أثناء التنفس عدة تغيرات تختلف باختلاف النبات ونوع الغذاء الذى يمد به النبات واليك بعض التغيرات :

١ — وجد بالتجارب أن فطر الأسبرجلس Aspergillus يتغذى بـ٥ر١٠ جم من السكر الذى عند تحليله يتكون منه ٨٣١٨و٠ جم حمض الأكساليك و٣٧٨٢و٠ جم

ثانى أكسيد الكربون و ٢٩٠ و٠٠ جم يستعمله النبات فى بناء جسمه .

٢ - كثير من النباتات الغضة المتشحمة لا ينطلق منها ثانى أكسيد الكربون أثناء عملية التنفس وإنما يختزن فى أنسجتها كحمض يتحلل فى الضوء إلى مواد أخرى وثانى أكسيد الكربون الذى يستعمله النبات فى عملية التمثيل فى الوقت الذى تكون فيه الثغور مقفلة لمنع تبخر الماء بكثرة لشدة حرارة الجو وجفافه . كما فى النباتات الصحراوية . فالنباتات الشوكية Cacti مثلا يختزن فيها ثانى أكسيد الكربون على حالة حمض الماليك Malic acid ونبات الثلج Mesembryanthemum Sp. يتحول فيها ثانى أكسيد الكربون إلى حمض الأكساليك Oxalic acid

٣ - إذا حللنا أوراق العنب بالطريقة الآتية نعرف مشتملاتها وكيف تستنفد :

تؤخذ أوراق عنب ثم تقسم كل ورقة الى نصفين متساويين ثم تقسم الأنصاف إلى قسمين يحلل أحدهما تحليلا كيماويا ويوضع ثانيهما فى صندوق مغطى بورقة او خرقة سوداء لمنع التمثيل الكربونى ثم يُمَرَّرُ فى الصندوق تيار من الهواء لتنفس أنصاف الأوراق وتحلل كيماويا فى أوقات مختلفة .

فالقسم الأول يوجد أنه يشتمل على نشا ومواد كثيرة عديدة السكر وثنائية السكر وأحادية السكر وأحماض عضوية وبروتين وبتحليل القسم الثانى من أنصاف الأوراق نرى أن النشا اختفى بعدمدة ثم تبدأ المواد الثنائية السكر فى التحليل حتى إنه بعد مدة تزول جميعها وبعد ذلك تزول كل المواد ما عدا المواد البروتينية التى تبدأ فى التحليل إلى مواد أزوتية أبسط منها .

وبعد نفاد واستعمال كل المواد العضوية الموجودة فى أنصاف الأوراق تموت جوعاً .

٤ - واذا حفظت بعض أوراق نبات ما فى صندوق مقفل إقفالا محكما وبعيداً عن الضوء لمدة طويلة يلاحظ أن ثانى اكسيد الكربون المنطلق من عملية التنفس يقل الى $\frac{1}{4}$ حجمه الطبعى وبعد مدة يلاحظ أن الانزيمات تبدأ فى عملها وتحلل البروتوبلازم فتغير لون الأوراق الخضراء إلى لون أصفر ثم إلى بنى ويزداد خروج ثانى أكسيد الكربون ثم يقل بعدئذ شيئاً فشيئاً الى أن يُعْدَمَ البروتوبلازم جميعه من الخلية وفى ذلك موت الأوراق .

التنفس اللاهوائى Anaerobic Respiration

اذا حفظت نباتا فى جو قليل الأكسيجين فانه بعد أن يستعمل جميع الأكسيجين الموجود فى الجو يستخلص الأكسيجين من تحليل مواده العضوية بالأنزيمات ويستعمله فى عملية التنفس أى فى أكسدة مواد النبات فيخرج ثانى أكسيد الكربون وينتج مجهود يستعمله النبات فى أغراضه المختلفة وهذا ما يسمى بالتنفس اللاهوائى .

والبزور المستنبتة ذات الأجنة الحية تتنفس تنفساً لاهوائياً فلو أخذنا بزورا أجنتها حية وأخرى أجنتها ميته ووزناها ووضعناها على ورق نشاف مبلل لمدة يومين أو ثلاثة ثم جففناها ووزناها ثانيا نجد أن البزور الأولى يقل وزنها عن ذى قبل ولكن البزور الثانية تبقى حافظة لوزنها . وهذا يدل على أن البزور الأولى استخلصت الأكسيجين من خلاياها بسبب تحليل الأنزيمات لمشتملات الخلية وهذا الاكسيجين استعمل فى التنفس اللاهوائى وخرج ثانى اكسيد الكربون وبخار الماء

تجربة Experiment

لإثبات التنفس اللاهوائى عمليا نتبع التجربة الآتية :

نحضر أنبوبة اختبار ونملؤها زئبقاً ثم نأتى بحوض ونملؤه زئبقاً أيضا ثم ننكس الأنبوبة فى الحوض بكل احتراس ثم ندخل فى فوهة الأنبوبة بزورا مستنبتة فترتفع فوق سطح زئبق الأنبوبة لخفتها ثم بعد مدة يومين أو ثلاثة نلاحظ أن زئبق الأنبوبة قد انخفض وحدث فراغ بين البزور ممتلئا بغاز لو اختبر لوُجدَ أنه يعكر ماء الجير فهذا يدل على أنه غاز ثانى أكسيد الكربون الناتج من تنفس البزور فى جو خال من الاكسيجين أى انه تنفس لا هوائى شكل ١٠٧ .

شكل ١٠٧ - تجربة تثبت التنفس اللاهوائى

العوامل التى تؤثر فى عملية التنفس

العوامل التى تؤثر فى عملية التنفس فى النبات إما خارجية واما داخلية :

العوامل الخارجية هى :

١ — درجة الحرارة Temperature

تبادل الغازات فى النبات يتوقف على درجة الحرارة فيبلغ التنفس نهايته العظمى عند درجة ٤٠° سنتيجراد وإذا زادت درجة الحرارة عن هذه الدرجة فإنها لا تؤثر على التنفس .

وإن المعادلة التنفسية $\frac{\text{ك ا}_{٢}}{\text{ا}_{٢}}$ تكون فى أصغر حد لها عند درجة ١٠° سنتيجراد أو ١٥° سنتيجراد وتزيد المعادلة إذا ارتفعت أو نقصت درجة الحرارة والجدول الآتى يبين حقيقة ذلك .

النبات	درجة الحرارة	معادل التنفس $\frac{\text{ك ا}_{٢}}{\text{ا}_{٢}}$
نبات البلارجونيوم	٤ — ٥	٠و٧٥
	١٢ — ١٤	٠و٥٤
	٣٤ — ٣٥	٠و٩٥

٢ — الضوء Light

الضوء أيضا ضرورى للتنفس وأول من اكتشف هذه النظرية هو العالم برودن Borodin .

أجرى أبحاثه على فرخ نبات ذى أوراق خضراء فوجد أنه إذا وضع فى الظلام يتنفس شيئا فشيئا وينشط تنفسه إذا أعيد فى الضوء ثانيا .

ويمكن تعليل هذه النظرية بأن نقول إن المواد الكربوايدراتية التى تتحلل فى عملية التنفس تستنفد تدريجيا فى الظلام وعلى ذلك يقل التنفس لقلة هذه المواد وأما فى ضوء النهار فتتكون الكربوايدرات بكثرة نتيجة عملية التمثيل الكربونى وهذا ما يوافق عملية التنفس

٣ — الأكسيجين Oxygen

الأكسيجين المستعمل فى عملية التنفس يمتصه النبات من الهواء الجوى أو من المحاليل الأرضية بمقادير قليلة لا تناسب حياة النبات .

وأما النباتات المائية فإنها تأخذ أكسيجينها من الأكسيجين المذاب فى الماء أو من الأكسيجين الذى ينطلق أثناء عملية التمثيل الكربونى حيث يخزن فى خلايا النبات لوقت الحاجة اليه .

٤ — المحاليل الغذائية Soluble food

وجد بلادن Palladine أن قوة تركيز المحاليل الغذائية لها تأثير كبير فى عملية التنفس فقد وجد أنه إذا نقل نبات من محاليل ذات تركيز شديد إلى محاليل ذات تركيز خفيف ينشط تنفسها ولكن إذا نُقلت النباتات من محاليل أقل تركيزا إلى محاليل أكثر تركيزاً فان النبات يتنفس ببطء .

٥ — المواد السامة Poisonous materials

تتأثر عملية التنفس فى النبات بالمواد السامة فقد وجد موركوفن Morkovin أن القلويات Alkaloids على أنواعها والجلوكوسيد Glucosides والكحول Alcohol والأثير Ethyl ether والفرمالدهيد Formaldehyde وغيرها من السموم إذا كانت مخففة جداً فانها تساعد على سرعة التنفس فى النبات .

وقد أجرى تجاربه على بادرات فول كما يأتى :

(١) زرع بادرات فول فى محلول سكر ثم (٢) زرع بادرات أخرى فى محلول سكر كالسابق مع إضافة ٠٫١٪ من الكحول فوجد أن ١٠٠ جم من النوع الأول ينطلق منها ٦٥ ملليجرام من ثانى اكسيد الكربون فى الساعة وأما ١٠٠ جم من النوع الثانى فينطلق منها ٧ر١٩١ ملليجرام من ثانى اكسيد الكربون فى الساعة

٦ — الجروح Wounding

إن الجروح تزيد فى تنفس النبات إذ وجد أن ٣٠٠ جم من درنات بطاطس صحيحة وضعت فى غرفة واختبر ثانى اكسيد الكربون المنطلق منها فوجد أنه ١ر٢ ملليجرام فى الساعة .

وقسمت الدرنات المذكورة ووضعت فى نفس الغرفة وفى نفس الدرجة فوجد أنه ينطلق منها ثانى أكسيد الكربون بكثرة أى أنه بعد ساعتين انطلق منها ٩ ملليجرام من ثانى أكسيد الكربون وبعد ٥ ساعات انطلق ١٤ر٤ ملليجرام وبعد ١٠ ساعات انطلق منها ٥ ر ١٦ ملليجرام وبعد ٢٨ ساعة انطلق ٦ ر ١٨ ملليجرام وبعد هذه المدة تقل سرعة التنفس حتى إنه بعد ٥٠ ساعة من مبدأ التجربة وُجد أن ثانى أكسيد الكربون المنطلق بلغ ١٣ر٦ ملليجرام وبعد أربعة أيام انطلَق من ثانى أكسيد الكربون ٢ ر ٣ ملليجرام وبعد ستة أيام يصير مقدار ثانى أكسيد الكربون المنطلق ١ر٦ ملليجرام

٧ — الفوسفات Phosphates

أملاح الفوسفات التى تزيد سرعة عملية الاختمار لها تأثير أيضا فى سرعة عملية التنفس وهذا العمل ينسب إلى الاختمار الكحولى .

العوامل الداخلية هى :

١ — النمو Growth

كلما كان النبات سريع النمو فانه يتنفس كثيراً أى انه يمتص كثيرا من الاكسيجين ويخرج كثيرا من ثانى اكسيد الكربون تبعاً لذلك .

والبادرة فى بادىء أمرها تنمو ببطء ثم تنمو بسرعة بعد ذلك كلما تقدمت فى السن حتى تبلغ نهاية نموها وبعد ذلك تقل سرعة نموها شيئاً فشيئاً . فسرعة التنفس فى هذه البادرة فى المبدأ تكون بطيئة ثم تنشط وفى النهاية تقل شيئاً فشيئا متناسبة مع سرعة نمو البادرة تناسبا طرديا .

٢ — محتويات الخلية Cell content

يتوقف تنفس النبات أيضا على محتويات الخلايا فقد وجد بالتجارب أن البزور الزيتية أثناء انباتها تتنفس وتعطى معادلة مقدارها أقل من الواحد الصحيح . ومعروف أن الزيوت تشتمل على كمية من الاكسيجين أقل بكثير مما فى الكربوايدرات فعندما تتأكسد وتتحلل المواد الزيتية إلى مواد كربوايدراتية

قابلة للانتشار لتغذية الريشة والجذير تمتص البزور كمية من الأكسيجين الجوى أكثر مما يخرج منها من ثانى أكسيد الكربون ولذلك تنقص المعادلة عن الواحد

وتأكسد التريولين Triolein يمكن أن يعبر عنه بالمعادلة الآتية

ك٣ يد٥ ا٣ (ك١٨ يد٣٣ ا)٣ + ٨٠ ا٢ = ٥٧ ك ا٢ + ٥٢ يد٢ ا

تريولين + ٨٠ اكسيجين = ٥٧ ثانى أكسيد الكربون + ٥٢ ماء

فالمعادلة التنفسية فى الحالة السابقة أقل من الواحد الصحيح وهى تساوى ٥٧/٨٠

وقد وجد أيضا أن البزور الزيتية إذا زرعت فى محلول من سكر القصب تعطى المعادلة التنفسية المعتادة التى تساوى الواحد الصحيح .

وتبادل الغازات الذى يصحب تنفس الفواكه الناضجة المشتملة على بزور زيتية يشير إلى أن النسبة بين كمية الأكسيجين الجوى الممتصة أقل من كمية ثانى أكسيد الكربون المنطلقة . لأن كمية الأكسيجين الزائدة بعد تحويل المواد الكربوايدراتية إلى زيوت تستعمل فى التنفس فتكون كميته الممتصة من الهواء الجوى أقل من كمية ثانى أكسيد الكربون المنطلقة وتصير المعادلة التنفسية أكبر من الواحد الصحيح .

موازنة بين التنفس والتمثيل الكربونى

التنفس	التمثيل الكربونى
١ - التنفس هو عملية هدم أى تحليل المواد المعقدة إلى أبسط منها	١ - التمثيل الكربونى معناه أن النبات يشيد ويبنى أجساما معقدة التركيب من أجسام ابسط منها .
٢ - كل أجزاء النبات الحية تتنفس سواء كانت مشتملة على المادة الخضراء أو لم تشتمل عليها	٢ - لا يحدث التمثيل إلا فى الأنسجة ذات اللون الأخضر المعرضة للهواء

التنفس	التمثيل الكربونى
٣ ـ التنفس هو امتصاص الأكسيجين وخروج ثانى أكسيد الكربون	٣ ـ عند ماتحصل عملية التمثيل الكربونى يأخذ النبات ثانى أكسيد الكربون من الهواء الجوى وينطلق الأكسيجين ولذلك تعد عملية لتنقية الجو من غاز ثانى أكسيد الكربون السام .
٤ ـ تنفس النبات لا يتوقف على الضوء لأنه يحصل فى الليل والنهار على السواء .	٤ ـ الضوء عامل من العوامل التى يتوقف عليها التمثيل الكربونى
٥ ـ النبات أثناء عملية التنفس يفقد شيئا من وزنه	٥ ـ عملية التمثيل تكسب النبات زيادة فى الوزن إذ يتكون منها مواد كالسكر والنشا
٦ ـ أثناء عملية التنفس ينطلق المجهود ليستعمل فى أغراض الحياة	٦ ـ يمتص المجهود من أشعة الشمس بالكلوروفيل ويخزن فى المواد العضوية إلى أن يحتاج له الأمر
٧ ـ ينطلق أثناء عملية التنفس الماء على حالة بخار	٧ ـ عملية التمثيل لا بد لها من وجود الماء لاستعمال عنصريه فى تكوين الكربوايدرات

٧ — النمــو Growth

ينمو النبات شيئا فشيئا إلى أن يبلغ نهاية عمره وفى أثناء هذه المدة يزداد حجمه ويتغير شكله . والنباتات الراقية تنمو من مناطق خاصة يقال لها النقطة النامية لأن خلاياها تنقسم بنشاط وتعطى خلايا تزداد فى الحجم شيئا فشيئا إلى أن يكمل نموها

الجنين ـ هو نبت صغير فى حالة سكون ويشتمل على الفلقات والريشة والجذير والأخيران ينموان إلى ساق وجذر تظهر عليهما بعد قليل زوائد جانبية من أفرع وأوراق وجذور ثانوية ثم تنمو الأفرع الجانبية بدورها وتعطى زوائد

على جوانبها وهكذا إلى أن يتكون المجموعان الخضرى والجذرى وفى نهاية النمو يزهر النبات وينتج الثمار والبزور وبذلك تكمل حلقة حياته Life Cycle

الخلايا المرستيمية Meristematic cells

الخلايا المرستيمية توجد فى مواضع كثيرة من النبات منها قمة الساق أو الجذر النامية أو بالقرب من قواعد الأوراق الجالسة للنباتات ذات الفلقة الواحدة أو فى قمة عنق الأوراق وكذلك بين الخشب واللحاء فى حزم النباتات ذات الفلقتين وكذلك توجد فى العقد لبعض النباتات ذات الفلقة الواحدة مثل نباتات العائلة النجيلية وكذلك توجد فى الريشة والجذير

النمو الثانوى Secondary Growth

عند ما يكبر النبات ويتكون له سوق متفرعة إلى أفرع جانبية ذات أوراق منبسطة تزيد كمية الماء المتبخر منه وكمية المواد المجهزة فيه فتتكون فى النبات لذلك أنسجة تزيد فى رفع العصارة من التربة وكذلك تزيد فى توزيع العصارة المجهزة من الجو . وهذا هو عمل خلايا الكامبيوم التى تعطى عناصر الخشب الثانوى من أوعية وقصبات للغرض الأول وعناصر اللحاء الثانوى من أنابيب غربالية للغرض الثانى

ولأجل أن يحفظ النبات أنسجته بعد تمزق البشرة من الثِخَن الحادث من الكامبيوم يتكون الفلوجين من خلايا البشرة أو القشرة أو من اللحاء نفسه فتتولد منه أنسجة الفلين التى تستعمل كنسيج واق وكذلك لمنع تبخر الماء .

ومما سبق فى باب التشريح عرف أن سوق النباتات ذات الفلقتين يحصل لها نمو ثانوى وأما سوق النباتات ذات الفلقة فلا يحدث لها نمو ثانوى إلا فى أحوال شاذة مثل الدراسينا Dracaena

وأما جذور النباتات ذات الفلقتين فيحدث لها أيضاً نمو ثانوى وجذور النباتات ذات الفلقة لا يحدث لها نمو ثانوى بالمعنى المعروف

نمو النبات اليومى Daily Period of Plant Growth

يتأثر نمو النبات أثناء الليل والنهار بعاملين مهمين هما الضوء ودرجة الحرارة فيلاحظ فى الليل والظلام دامس أن سرعة النمو تزداد تدريجياً إلى أن يطلع الفجر وبعد ذلك تتأثر بالضوء فتقل سرعة النمو شيئا فشيئا إلى أن تغرب الشمس وهكذا — ودرجة الحرارة فى الليل أقل منها فى النهار إلا أن تأثيرها فى سرعة النمو غير محسوس لأن عامل الضوء أشد وأقوى منها فى هذه الوجهة

نمو النبات الموسمى Seasonal period of Plant Growth

لكل نبات فصل خاص تبلغ سرعة نموه فيـه أشدها فمثلا بعض الأشجار المصرية كالعنب تبـدأ نشاطها فى أوائل الربيع ثم تزداد سرعة نموها شيئا فشيئا حتى يكمل نموها وتعطى الثمار والبزور طول مـدة الصيف ثم تخمل مرة ثانية فى الخريف والشتاء فتسقط أوراقها وتبق ساكنة طول هـذه المدة وتسمى هذه النباتات بالمعمرة Perennial

و بعض النباتات مثل الافيمرال Ephemerals والنباتات الحولية Annuals تنمو سريعا وتبلغ نهاية نموها فى وقت قصير أثناء فصل المطر وتعطى ثمارا وبزورا ينتهى بها عمرها

و يلاحظ هـذا النمو فى النباتات الصحراوية لعدم وجود ماء طول مدة السنة فتنمو البزور وتـكون النباتات بسرعة فى موسم المطر لا تلبث طويلا أن تبلغ نهاية عمرها وتعطى البزور والثمار

مدة النمو النهائية Grand period of growth

يبدأ النبـات نموه ببطء ثم تزداد سرعة نموه شيئاً فشيئاً إلى أن تصل نهايتها ثم تأخذ فى الاضمحلال إلى أن يقف النبات عن النمو تماماً وفى هـذا الوقت يأخذ حجمه النهائى وتسمى المـدة التى يأخذها النبات من مبـدأ النمو إلى نهايته بمدة النمو النهائية Grand period of Growth

و بروتوبلازم الخلايا هو مادة حياتها وهو يسبب نموها تحت شروط كثيرة

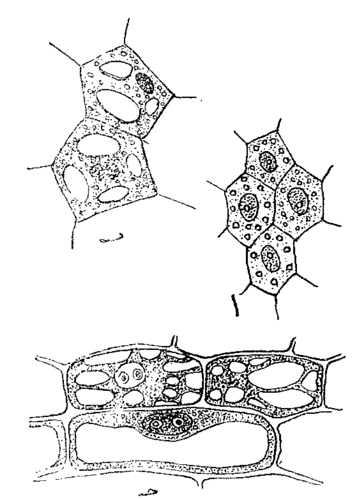
بعضها داخلية وأخرى خارجية فاذا فقد شرط منها يضعف النمو أو ربما يقف تماماً

١ — الشروط الداخلية Internal conditions

الشروط الداخلية تتوقف على نمو الخلايا و الأنسجة والأعضاء النباتية

أولا : نمو الخلايا Growth of cells

يظهر من الفحص الميكروسكوبى أن خلايا النبات تنمو وتزداد فى الحجم بثلاث طرق شكل ١٠٨



شكل ١٠٨

(ا) خلايا مرستيمية (ب) ظهور الفجوات فى الخلايا
(ح) كبر الفجوات أكثر ورسوب مواد على الجدر الخلوية

(ا) يبدأ نمو الخلية عادة بالانقسام لأنه بعد أن يتكون الزيجوت من اتحاد نواتى البيضة وحبة اللقاح يبدأ فى النمو والانقسام حتى يتكون الجنين الذى ينمو فيكون نباتا من جديد

وكذلك الخلايا المرستيمية حيثما كانت فى النبات تنقسم وتنمو لتكون أنسجة مختلفة

(ب) وبعد ذلك تأخذ الخلايا فى الازدياد فى الحجم بظهور فجوات ممتلئة بالعصير الخلوى

(حـ) وفى الطور الثالث يلاحظ أن الخلايا تقف عن النمو تماما وتغلظ الجدر الخلوية برسوب مواد سيليولوزية بعضها فوق بعض أو بتكوين مادة الكيوتين أو السوبرين أو اللجنين أو الصمغ على الجدار الأولى وكل هذه الأحوال تزيد من حجم الخلية

وعملية تغيير الأغذية (الهدم والبناء) Metabolism فى الخلية يضطرها إلى أن تستعيض ما فقدته بسبب من الأسباب مما جاورها من الخلايا وهذه من أخرى مجاورة لها أو توزع الخلية مازاد عن حاجتها على الخلايا المجاورة لها وهكذا وبذلك يمكن أن تحفظ الخلية تزندها وتصلبها Turgidity وهو نوع من زيادة حجم الخلايا

ثانياً : الأنسجة Tissues

خلايا البشرة بالنسبة إلى الضغط الحادث من عصيرها الخلوى تكون متصلبة تصلبا يجعلها متماسكة بعضها مع بعض تماما وهذا ما يساعد على حفظ الأنسجة الداخلية .

وخلايا النخاع دائماً تميل إلى الانتشار طوليا لولا ماتقابل من المقاومة التى تحدثها الأنسجة الخارجية

ويمكن مشاهدة ذلك جليا اذا نصفنا قمة النمو لساق ما ثم غمرناه فى الماء فبعد مدة يميل النصفان عن بعضهما لأن أنسجة النخاع تنمو طوليا أكثر من أنسجة القشرة والبشرة .

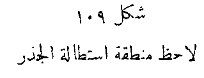
ثالثا : أعضاء النبات المختلفة Different Parts of Plant

أعضاء النبات المتباينة ذات الأنسجة المختلفة لا تنمو بدرجة واحدة وقد عرفنا فى الباب الأول للجذور أن الجذور مقسمة إلى مناطق مختلفة والمنطقة المختصة بنموها طولياً هى منطقة الاستطالة شكل ١٠٩ مع أن أجزاءها لا تستطيل بدرجة واحدة إذ يلاحظ أن الجزء الوسطى منها يزداد بسرعة أكثر من طرفيها .

وتقدر منطقة الاستطالة فى جذور النباتات العادية بنحو ١٠ مم وأما فى الجذور الهوائية فيتراوح طولها مابين ٣٠ – ١٠٠ مم .

ومنطقة النمو فى الساق ذات عقد متقاربة جداً بعضها من بعض بالنسبة لقصر السلاميات أما منطقة الاستطالة فسلامياتها تبدأ فى النمو طوليا شيئاً فشيئا حتى تأخذ حجمها الطبيعى . ويتراوح طولها ما بين ٢ — ٤ سم وتشتمل على ٨ — ١٠ سلاميات .

واستطالة السلاميات ليس قاصراً على منطقة استطالة الساق وإنما قد تستطيل السلاميات من النمو الذى يحدث من الخلايا الانشائية الموجودة فى العقد كما يحدث فى نباتات العائلة النجيلية . وهذا النمو يسمى النمو البينى Intercalary growth



شكل ١٠٩

لاحظ منطقة استطالة الجذر

النمو فى أعضاء النبات لا يكون دائما طوليا بل قد يكون عرضيا كما يشاهد فى الجذور الشادة Contractile Roots التى توجد عليها تجعدات كثيرة نتيجة نمو خلايا القشرة البارنشيمية نمواً عرضياً إلى الخارج والداخل ويحدث لعناصر الحزم الوعائية عدة تموجات تبعاً لذلك

والجذور الهوائية والمحاليق الساقية والورقية عند ما تلمس حاملا ما تلتف حوله لولبيا لأن الجانب البعيد عن الحامل ينمو أسرع من الجانب الآخر كذلك الحال فى الأوراق يلاحظ أنها فى بدء نموها تكون ملتفة لأن سطوح انصالها السفلى تنمو أسرع من السطوح العليا

وهذا ما يحدث لنمو الريشة Plumule إذ تظهر فى بدء حياتها ملتوية لأن

سطحها الخارجى نما أسرع من سطحها الداخلى وعند مايكمل نمو السطح الداخلى تستقيم وهذا الانحناء يحفظ القمة النامية من المؤثرات الخارجية لأنها فى هذا الوقت لا تقوى على مواجهة البرد القارس والحر الشديد .

٢ — الشروط الخارجية External Conditions

يؤثر فى نمو النبات أمور كثيرة خارجية منها :

أولا : درجة الحرارة Temperature

لكل نبات درجة حرارة خاصة فبعضها ينمو فى درجة الصفر وبعضها ينمو تحت درجة الصفر وبعضها مثل قليل من أنواع الطحالب لا تنمو إلا فى درجة ٥٠° سنتيجراد .

والدرجة التى تبلغ عندها سرعة نمو النبات نهايتها هى مابين ٢٠ سنتيجراد و ٣٠° سنتيجراد فاذا زادت عن هذه الدرجة أو نقصت فان سرعة النمو لا تتأثر إلى أن تصل الدرجة نهايتها فى الصغر أو الكبر وعندها يقف نمو النبات تماما .

ولكن بعض البزور والجراثيم التى تكون فى حالة سكون يمكنها أن تقاوم درجات الحرارة العالية أو المنخفضة .

وبعض أنواع البكتيريا ينمو ويكون عمدان قصيرة إذا كانت درجة حرارة المزرعة Culture ٣٤° سنتيجراد ويُكَوِّنُ أشرطة إذا ارتفعت درجة حرارة المزرعة إلى ٤٠ سنتيجراد .

ويمكن مشاهدة تأثير درجة الحرارة فى النباتات إذا قارنا نباتات المناطق الحارة والمناطق الباردة والقطبية بعضها ببعض فيظهر الفرق شاسعا فى شكلها الخارجى وكذلك فى تشريحها الداخلى وأيضا فى وقت إزهارها وإثمارها .

وقد أجرى الأستاذ مولش Molisch تجاربه على البراعم الساكنة فأحضر نباتا يحمل براعم شتوية ساكنة ووضع فرعا منه فى حمام ساخن لمدة نصف ساعة ثم أخرجه . فوجد أن براعمه الساكنة تكشفت عن أزهار قبل حلول فصل النشاط بمدة كبيرة . مع أن الأفرع الأخرى التى لم تجر فيها هذه التجربة لا تزال براعمها ساكنة ولا تنشط إلا عند حلول فصل النشاط .

ثانياً : تأثير الأكسيجين Influence of Oxygen

النباتات الراقية يتأثر نموها بكمية الأكسيجين الموجود فى الوسط الذى تعيش فيه ، ولذلك يجب حرث التربة الزراعية قبل بزر البزور ليتجدد هواء التربة فيحصل النبات على كمية كافية من الأكسيجين لتنفس جذوره .

ولكن النباتات الدنيئة بعضها يتأثر نموه كثيرا بالأكسيجين مثل البكتيريا الهوائية فهى لا بد لها من أكسيجين لتقوم بعملها وتنمو كالمعتاد والبعض الآخر لايتأثر نموه به مثل البكتيريا اللاهوائية التى تنمو فى وسط خال من الأكسيجين ويوجد نوع ثالث من البكتيريا يحدث له تسمم ويموت فى وسط به أكسيجين .

وهناك نوع من النباتات مثل نبات الخميرة ينمو فى وسط به أكسيجين أو خال منه .

وفطر العفن The mould mucor ينمو نموا طبعيا ويكون هيفات عادية وحوامل جرثومية معتادة إذا نما فى مزرعة بها قليل من الأكسيجين فان الميسيليوم ينقسم إلى خلايا ينفصل بعضها عن بعض وكل منها يكون نباتا جديدا كما يحدث فى نبات الخميرة .

ثالثاً : تأثير الغازات الأخرى Influence of other Gases

تنمو النباتات نموها الطبعى فى الجو المعتاد الذى فيه نسبة ثانى أكسيد الكربون ٠ر٠٣ ٪ أو ٠ر٠٤ ٪ ولكن إذا زادت النسبة كثيرا أى بلغت ٠ر٢ ٪ فى الجو المحيط بالنباتات فانه يضرها بل ربما يميتها .

والبادرات تتأثر بغاز الأثيلين Ethylene وببعض غازات مخدرة أخرى ، وكذلك الحال مع الجذور فانها إذا وجدت فى جو من الغازات الضارة مثل الأثير والكلوروفورم فانها لا تنمو بل تقف عن النمو تماما .

وإذا كانت الغازات السامة موجودة بدرجة قليلة فى الجو المحيط بالنبات فانها تساعد على سرعة نموه وقد أجرى جوهانسون Johannsen تجاربه على غاز الأثير فوجد أن النباتات ذات البراعم الشتوية الساكنة إذا وُضِعَت أفرع منها

فى جو به قليل من غاز الأثير لمدة بضع ساعات تنمو براعمها بسرعة وتنبثق منها الأوراق والأزهار قبل حلول فصل النشاط العادى ، أما براعم الأفرع الأخرى التى لم تجر عليها التجربة فانها تنمو نموها الطبعى وتخرج الأوراق والأزهار فى فصل النشاط .

رابعاً : تأثير الرطوبة Influence of moisture

قد ذكر سابقا أن الماء ضرورى لحياة الكائنات ، فالنبات إذا أراد أن يحتفظ بقوامه وحياته يجب أن تكون كمية الماء التى يمتصها من التربة أكثر من كمية الماء التى تتبخر منه ، وإذا وجد النبات فى جو جاف يحصل له تحوير فى بعض أعضائه يسهل عليه امتصاص الماء من التربة أو الهواء ، ويقلل التبخر إلى حد كبير فنجد هذه النباتات ذات سلاميات قصيرة وأوراق مختزلة أو متحورة إلى أشواك وبشرة أوراقها وسوقها مغطاة بطبقة من الكيوتين الثخين وسوقها تحورت إلى أشواك أو أصبحت غضة متشحمة . وثغورها غائرة فى البشرة ، وأما عناصر الخشب فانها تنمو نموا يسهل صعود العصارة .

وإذا وجد النبات فى جو شديد الرطوبة يلاحظ فيه أن سلامياته طويلة وانصال أوراقه عريضة وبشرته مغطاة بطبقة رقيقة من الكيوتين ونسيج الخشب غير تام نموه الطبعى إذ لا ضرورة له

ففى النباتات المائية التى ينمو منها جزء منغمسا فى الماء وآخر طافيا فوقه نشاهد أن تركيبهما الخارجى والتشريحى مختلفان فأوراق الجزء المنغمس مقسمة إلى شرائط وعديمة الثغور ، وأوراق الجزء الطافى عادية تقريبا وثغورها على الأسطح العليا .

وتشريح سوق النباتات المائية يدلنا على أن تركيبها الداخلى يلائم حياتها إذ يلاحظ أن بها فجوات لتخزين الغازات ، وعناصر الخشب ضعيفة جدا فلا يوجد بها قصبات وقصيبات بالمعنى المعروف . وبشرة هذه النباتات مغطاة بطبقة رقيقة جدا من الكيوتين لا تمنع مرور الماء ، وليست وظيفة الجذور فيها امتصاص الماء لأن النبات يمتصه من جميع أجزائه .

وإذا أخذنا بادرات من نبات السِّل Zilla spinose ذات قوة واحدة وزرعنا بعضها فى جو جاف ، والبعض الآخر فى جو رطب نلاحظ أن البادرات الأولى

تخالف الثانية فى شكلها الخارجى وتركيبها الداخلى وفى سرعة إزهارها وإثمارها

وتظهر قوة تأثير الرطوبة واضحة فى الجذور فاذا وضع جذر نبات بالقرب من ورق نشاف مبلل بالماء يلاحظ عليه أنه يميل نحوها وذلك لأن جانبه البعيد عن الرطوبة ينمو بسرعة أكثر من الجانب القريب منها . وهذا ما يعبر عنه بالتحرك نحو الماء Hydrotropism

وفى باب البزور وإنباتها ذكرنا أن الأجنة لا تستيقظ من سباتها وتنمو لتعطى نباتات جديدة إلا إذا وجدت فى جو رطب حتى ولو توفرت لها جميع الشروط فى إنباتها

خامساً: تأثير الضوء Influence of light

يؤثر الضوء فى نمو سوق النباتات تأثيرا عكسيا أى أنه كلما زاد الضوء كلما قل نمو السوق وعلى ذلك فإن نموها فى الليل أكثر من نموها فى النهار وفى الظلام أكثر منه فى الضوء .

وقد وجد بالتجارب أن الطيف البنفسجى يؤثر فى سرعة نمو النبات وأما الطيف الأحمر أو الأصفر أو الأخضر فقد يؤخر أحدها النمو

فلو حفظنا نباتا فى الظلام مدة طويلة نشاهد أن أوراقه تصفر وتصبح أثرية مختزلة وسوقه بيضاء مصفرة ذات سلاميات طويلة .

وتأثير الضوء ليس بقاصر على نمو النباتات الراقية فحسب بل إنه يؤثر على نمو النباتات الدنيئة مثل الفطر والبكتيريا فقد وجد أن الفطر بيلوبس Pilobus ينمو نموه الطبعى إذا عرض لضوء النهار . وأما البكتيريا مثل باسلس التيفويد The typhoid bacillus فتنعدم إذا تعرضت وقتا قصيرا لضوء الشمس .

وتظهر قوة الفوتوتروبزم Phototropism أو الهليوتروبزم Heliotropism بوضوح فى النباتات إذ لو حفظنا نباتات بين ضوءين مختلفى القوة يلاحظ أن المجموع الخضرى لها يميل نحو الضوء القوى أى أن له ميل للضوء « قوة موجبه » Positive Phototropism ولكن الجذور والمحاليق الساقية أو الورقية على العكس إذ تميل عن الضوء أى أن لها قوة سالبة للضوء Negative Phototropism

وكثير من الأوراق تلتوى أعناقها وقواعدها لتجعل أسطح أنصالها العلوية موازية لأشعة الشمس الشديدة حتى لا يؤثر ضوءها فى الكلوروفيل فتقف عملية التمثيل

سادساً : تأثير الجاذبية Influence of Gravitation

قوة الجاذبية نحو مركز الأرض تؤثر فى كل شىء ويظهر ذلك بوضوح فى أعضاء النبات المختلفة فالجذر الأصلى Main root ينمو نحو مركز الأرض أى أن به قوة موجبة للجذب Positive geotropism وأما السوق الأصلية فتميل عن مركز الأرض أى أن بها قوة سالبة للجذب Negative geotropism وأما الأفرع الجانبية للساق والجذر فأنها تنمو أولا موازية لمركز الأرض قبل خروجها من الساق أو الجذر ، فاذا خرجت مالت نقطة نمو الأفرع الخضرية عن مركز الأرض ومالت نقطة نمو الجذور الثانوية إلى مركز الأرض

سابعاً : تأثير الغذاء

الغذاء سواء كان عضويا أو غير عضوى له تأثير على نمو النباتات ويظهر مفعوله بوضوح فى العفن Mould والبكتيريا التى تتنوع فى أشكالها الخارجية وفى نموها تبعا لتغير المزارع الغذائية . Nutrient media

ثامناً : تأثير الجروح Influence of Woundings

إذا جرح فرخ نبات فان الجانب المجروح يتعطل عن النمو وربما يقف عن النمو نهائيا مع أن الجانب الآخر يكون مستمراً فى نموه الطبيعى ويتسبب عن ذلك انحناء الفرخ فى هذه المنطقة وإذا أصيبت قمة الجذر بعارض جرحها يلاحظ أن منطقة الاستطالة فى الجذر تنحنى لتبعد القمة النامية عن هذا العارض .



الباب الرابع

علم البيئة النباتية

The Ecology of Plants

علم البيئة يبحث فى علاقة النباتات بالوسط الذى تعيش فيه ولذلك يدعو إلى دراسة الشكل الخارجى والداخلى للنباتات وكذلك دراستها من الوجهة الفسيولوجية

مما سبق عُرِف أن الجنين له جذير Radicle ينمو متعمقا فى التربة ليكون المجموع الجذرى وريشه plumule تنمو إلى أعلى معطية المجموع الخضرى وهذان المجموعان ينموان نمواً طبعياً فى أراضى الحقل والجو المناسب فمثلا نباتات القمح والفول والبرسيم وغيرها من النباتات تتكون لها جذور وسوق وأوراق عادية وتنتهى حياتها بتكوين الثمار والبزور .

وعند ما تتغير البيئة من تربة وكمية مياه ودرجة حرارة وضوء وغير ذلك من التغيرات الحيوية يلاحظ أن النباتات يتغير شكلها الخارجى والداخلى وتتأقلم بالأقاليم الذى تعيش فيه .

مع العلم بأنه ينمو فى البيئة الواحدة نباتات كثيرة تتبع عائلات مختلفة قد لا يوجد بينها أية صفة أو قرابة ولكنها جميعاً تحت تأثير تلك البيئة الخاصة تصبح متشابهة فى الشكل الظاهرى والتركيب الداخلى . ولا يبقى من أعضائها ما يميزها ويضعها فى عائلاتها إلا أزهارها التى تبقى حافظة نظام أزهار العائلة التى تنتسب إليها

وفيما يأتى نذكر التحورات التى تحدث للنباتات استعداداً لمقاومة ما تصادفه من التغيرات فى البيئة التى تعيش فيها :

١ — النباتات الزيروفيتية Zerophytic plants

النباتات الزيروفيتية مع اختلاف انواعها وعائلاتها لها تركيبها الخارجى والداخلى الخاص بها الذى يسهل لها امتصاص الماء من التربة أو من الجو وكذلك الذى يقلل النتح ويحميها شر الحيوان والضوء الشديد والحر اللافح

٢ — النباتات المائية Aquatic plants

والنباتات المائية بمناسبة معيشتها فى وسط من الماء باستمرار يكون تركيبها الداخلى والخارجى موافقا لبيئتها فمثلا مجموعها الجذرى يكون معدوم وإذا وجد لا يستعمل فى امتصاص الماء لأن النبات يمتص من جميع جسمه وكذلك أوراقها وسوقها تخالف تماماً أوراق وسوق النباتات التى تنمو على اليابس وتركيبها الداخلى يسهل لها امتصاص الماء وتخزين الغازات المذابة فيه وأيضا بزورها وثمارها تكون مغلفة بغلاف خشبى وفيها فراغات هوائية كثيرة تسهل لها العوم فى الماء إلى أن تتهيأ لها الظروف فتنمو .

٣ — المتسلقات Climbing

هى نباتات ضعيفة السوق ليس فى مقدورها أن تستقيم بنفسها فتتكون لها أدوات للتسلق على الدعائم حتى تتعرض أوراقها الخضراء لضوء الشمس فتتمكن من تمثيل الكربون الى مواد عضوية تتغذى عليها .

وتسلق النباتات ترى فائدته فى الغابات ذات الأشجار الضخمة المشتبكة أغصانها بعضها مع بعض فتحجب الضوء عن أرض الغابات والنباتات الضعيفة التى لا تقوى على القيام بنفسها فلأجل ان تتعرض للضوء والحرارة اللازمتين للتمثيل الكربونى تتكون لها أدوات تتسلق بها على الأشجار الأخرى

٤ — النباتات آكلة الحشرات Insectivorous plants

وتأثير البيئة على النبات يظهر فى النباتات آكلة الحشرات لأنها تنمو فى أراض قليلة المواد العضوية ولذلك تتحور أجزاء منها لاقتناص الحيوانات الصغيرة والحشرات وتمتص ما يذوب من أجسامها المتحللة المتعفنة

٥ — النباتات المتطفلة parasitic plants

وفى بعض الاحيان يلاحظ ان النبات يخلو من مادة الكلوروفيل أو تكون بمقدار يسير جداً لا يكفى لتمثيل ثانى اكسيد الكربون الجوى ولذلك تعتمد هذه النباتات على أخذ الغذاء من أجسام أخرى إما حية وإما ميتة وتعيش مع الاحياء معيشة المعاشرة وتبادل المنفعة Symbiosis .

وستذكر كل مجموعة بالتفصيل فيما يأتى :

١ — النباتات الزيروفيتية (الصحراوية)

Zerophytic Plants

تمهيد : تمتاز الصحارى بوجه عام بقارية مناخها ومعنى هذا أن الفرق بين درجتى حرارتها ليلا ونهارا شتاءاً وصيفا كبير كما تمتاز برياحها السافية وعواصفها المدمرة لنباتاتها وبتعرضها للضوء الشديد ـ وتمتاز الصحارى المصرية خاصة بقلة أمطارها التى تسقط فى فترة وجيزة شتاء فتسيل على سفوح الجبال وتجتمع فى الوديان . كما يرى فيها فى بعض أيام الشتاء قليل من الضباب والندى . وهذه الصحارى لها نبات خاص يمتاز بصفات شكلية وتركيبية وليست هذه الصفات مقصورة على النباتات الصحراوية فحسب وإنما توجد أيضا فى نباتات أخرى تنمو فى مناطق مختلفة وهذه النباتات تسمى فى مجموعها بالنباتات الزيروفيتية Zerophytes وهذه النباتات الزيروفيتية أنواع منها :

١ — النباتات الصحراوية

٢ — النباتات التى تنمو على قمم الجبال العالية

٣ — النباتات التى تنمو فى المناطق القطبية

٤ — النباتات التى تنمو فى شواطىء البحار

٥ — النباتات التى تنمو فى البقاع الملحة

والسبب فى اتحاد هذه النباتات الزيروفيتية فى الصفات التركيبية والشكلية هو الجفاف وإذا نظرنا إلى ما تقدم نجد أن الجفاف نوعان

١ — الجفاف الطبيعى ويرجع إلى قلة الماء فى التربة كما فى الصحراء

٢ — الجفاف الفسيولوجى وفيه يتعذر على النبات الحصول على المقدار الكافى من الماء مع وفرته فى التربة وينشأ هذا الجفاف إما عن ارتفاع نسبة الأملاح فى الماء وإما عن برودة التربة إلى حد يقل فيه نشاط بروتوبلازم الجذور فلا تمتص الماء

أسباب تحور النباتات الزيروفيتية :

يمكن حصر العوامل التى تنشأ عنها تحورات النباتات الزيروفيتية فيما يأتى :

أولا : الجفاف بنوعيه كما سبق

ثانياً : الرياح القوية

ثالثاً : الضوء الشديد

رابعاً : ارتفاع درجة حرارة الجو

لأن العوامل الثلاثة الأخيرة تستلزم كثرة النتح والنباتات الصحراوية يصعب عليها الحصول على الماء فتتقى النتح بتحورات كثيرة . ومع أنه قد يشترك فى كثير من الأحيان غير عامل من العوامل السابقة فى المناطق الصحراوية .

أنواع النباتات الصحراوية Kinds of Desert plants

تنمو معظم النباتات الصحراوية فى الوديان حيث تجتمع مياه السيول والأمطار وتشاهد هذه النباتات فى مجاميع متباعدة بعضها عن بعض تتخللها مساحات جرداء وهذه النباتات أنواع ثلاثة :

الأول : الأشجار وهى قليلة الوجود ويشاهد منها بعض أنواع السنط Acacia والعبل Tamarix والنبق Zizyphus

الثانى : الشجيرات وهى كثيرة وتكون فى الغالب خشنة كثيرة الأشواك مشتبكة الأغصان يظل بعضها بعضا فيتكون منها شكل كرى تقريبا . ويرجع هذا الشكل الكرى إلى سببين :

(١) أن الحيوان الذى يعيش فى الصحراء يتغذى على أطراف أفرع هذه النباتات حيث الأزرار الطرفية فإذا ما قضمت هذه الأزرار شجعت نمو الأزرار الجانبية فتنمو إلى أفرع وبذلك يكثر تفرع النبات من الداخل وهذا ما يعطيه الشكل الكرى

(٢) الرياح الحارة الجافة التى تذبل الأجزاء الطرفية فى النبات وتجففها فتنمو الأزرار الجانبية كما فى الحالة السابقة .

ونباتات النوعين السابقين معمرة وكثيراً ما تلتجىء إلى وسائل مختلفة للحصول على المياه اللازمة والاحتفاظ به إلى وقت الحاجة إليه . وللتقليل من فقدانه بالنتح

الثالث : نباتات حولية وتنمو فى فصل الربيع بين النباتات المعمرة وتبدأ

بذورها فى الانبات عقب سقوط المطر فى الخريف ثم تنمو نموا سريعا لتتم أطوار حياتها فى أقصر وقت ممكن قبل أن يلحقها فصل الجفاف .

وهذه النباتات الحولية تكون فى العادة خالية من التحورات الخاصة بالنباتات الصحراوية لأنها تنمو فى فصل تتوفر فيه المياه فى التربة ولأنها تتم أطوار حياتها قبل حلول فصل الجفاف .

تركيب النباتات الصحراوية Structure of desert plants

النباتات الصحراوية لها تراكيب خاصة مرفولوجية وأخرى تشريحية وثالثة فسيولوجية بعضها خاص بتقليل النتح والآخر بامتصاص الماء والثالث لتخزين الماء والرابع لدفع غوائل الحيوان وستوضح فيما يلى :

(١) تركيب النباتات الصحراوية الخاصة بتقليل النتح :

أولا : التشريحى Anatomy

(١) البشرة ذات جدار خارجى ثخين ويغطى بطبقة ثخينة من الكيوتين

(٢) تغطى بشرة بعض الأوراق بطبقة من الشمع والراتنج كما فى الودنة أو بمادة سيليسية كما فى النجيلات وأما السوق والجذور فانها تغطى بالفلين

(٣) الثغور قليلة العدد ضيقة وقد تغطى بمادة شمعية راتنجية تمتد حتى تغطى الورقة كلها فيمتنع النتح بالمرة ويبقى النبات فى حالة سكون إلى أن يعود فصل المطر كما فى نبات اللصف Capparis وقد تكون الثغور متعمقة فى السطح السفلى من الورقة مفردة أو مجتمعة فى فجوة على هذا السطح كما فى الدفلة Nerium شكل ١١٠ أو تحدث الخلايا المجاورة للثغور قباءا عليها تجعلها بعيدة عن الهواء

(٤) الشعيرات : تغطى السوق والأوراق بشعيرات وبرية كثيفة تمتلىء من المبدأ بالهواء وهذا ما يعطى النبات اللون الأشهب الذى يعكس أشعة الشمس فيمنع الحرارة الشديدة عن النبات كما فى الرخامى Convolvulus lanatus وقد يغطى النبات بقشور من كربونات الكالسيوم تمنع النتح أو تقلله كما فى نبات الطقطيق Statice pruinosa .

(٥) الفجوات البينية . ضيقة وصغيرة

(٦) يوجد نسيج اسكليرنشيمى تحت بشرة الساق مباشرة كما فى نبات الكازورينا Casuarina

(٧) قد يخلو النسيج الميزوفيلى فى الأوراق من الخلايا الاسفنجية إذ كل الخلايا بين البشرة السفلى والعليا عمادية كما فى نبات اللصف Capparis

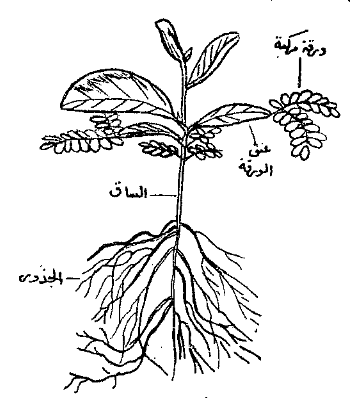
شكل ١١٠ ـ قطاع عرضى فى ورقة الدفلة لاحظ الفجوة (س) الثغر

ثانيا : التركيب الخارجى Morphology

(١) أفرع هذه النباتات متشابكة متزاحمة فلا يمكن لضوء الشمس أن ينفذ خلالها وهذا ما يقلل النتح أو يعدمه بالمرة

(٢) تلتوى الورقة حتى لا تقع عليها أشعة الشمس عمودية كما فى الكافور

(٣) تترا كب الأوراق بحيث يظلل بعضها بعضا فتقل بذلك مساحة أسطحها المعرضه للشمس كما فى الصبار



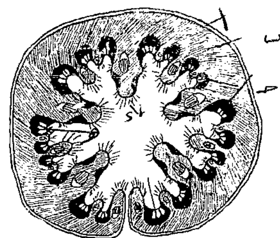
شكل ١١١ ـ لاحظ تفلطح العنق

(٤) النصل قصير أثرى والعنق يتفلطح ويأخذ شكل الورقة للتمثيل كما فى بعض أنواع السنط شكل ١١١

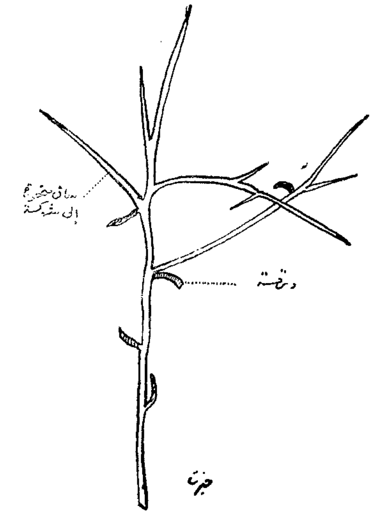
(٥) سطوح الأوراق تضمر وذلك لأنها تلتف بشكل الأنبوبة كما فى نبات الكلاجروستس شكل ١١٢

(٦) الأوراق الخضراء صغيرة جلدية وعصيرها الخلوى قليل

(٧) قد تسقط الأوراق العادية فى فصل الجفاف كما فى السل Zilla شكل ١١٣ أو الشبت الجبلى Pithyranthus



شكل ١١٢ ـ لاحظ التفاف النصل (ا) البشرة (ب) نسيج ميكانيكى (ح) نسيج يشتمل على المادة الخضراء (د) شعيرات



شكل ١١٣ ـ نبات السل لاحظ تحور قمة الساق الى شوكة

أو تنمو الى أوراق حرشفية وتتحور السوق الى شكل أوراق خضراء تبعا لذلك لاجراء عملية التمثيل كما فى العائلة الشوكية Cactaceae . والعائلة السوسبية Euphorbiaceae

(٨) أن لا توجد على النبات اوراق كما فى الرتم Retama

(٩) وقد يكون النبات مصحوبا بأشوال ملجننة وهذه الأشوال إما محورة عن سوق كما فى السل Zilla Spinosa والعقول Alhagi maurorum وإما محور عن أذينات كما فى السنط شكل ١١٤ أو عن أوراق كما فى البربيرس Berberis شكل ١١٥ أو عن جذور كما فى نوع من النخيل

(١٠) أن تنطبق وريقات النبات وقت القيظ كما فى السنامكى Cassia angustifolia والقتاد Astragalus

(١١) أن تموت أجزاء النباتات الخضراء فى فصل الجفاف وتبقى منها الأجزاء المدفونة تحت سطح الأرض حافظة حياتها كالدرنات والابصال والكورمات والريزومات شكل ١١٦



شكل ١١٤

شكل ١١٥

(١٢) أن تتكون زيوت طيارة تنتشر فى الجو المحيط بالنبات فتمنع نفاذ الحرارة بسهولة فيقل النتح كما فى الشيح Artemisia والبعيثران Achillea

٢ — التركيب الخاص بالحصول على الماء

(١) النباتات الزيروفيتية لها جذور كبيرة الحجم تتفرع فى التربة وتتعمق فيها إلى مسافات بعيدة فبذلك تشغل حيزا كبيرا من التربة لتمتص منها الماء



شكل ١١٦ - ريزوم النجيل

(٢) خلايا النباتات الزيروفيتية تكون فى العادة ذات ضغوط أسموزية كبيرة لاحتوائها على عصارات مركزة جدا وهذه الضغوط قد تزيد عن مائة جو كما فى نبات المليح Reaumuria الذى ينمو فى شقوق الصخور ولهذا السبب تستطيع هذه النباتات أن تمتص أقصى كمية ممكنة من الماء الموجود فى التربة حتى لو احتوى على نسب كبيرة من الأملاح المذابة فيه .

(٣) تغطى سوق وأوراق بعض النباتات بخلايا خاصة تمتص الرطوبة الجوية وماء الندى كما فى نبات اليهق Diplotaxis acris

٣ — التركيب الخاص بتخزين الماء

يخزن النبات الماء الزائد إلى وقت حاجته فى أجزاء منه :

(١) الأجزاء الأرضية كالجذور والريزومات والأبصال والكورمات والدرنات .

(٢) السوق الهوائية كما فى التين الشوكى Opuntia

(٣) النسيج المتوسط للاوراق كما فى حى العلم Zygophyllum والصبار Aloe

(٤) تزداد خلايا البشرة حجما وتخزن فيها المياه كما فى نبات الثلج
Mesembryanthemum sp.

(٥) التركيب الخاص بالوقاية من الحيوان

نباتات الصحارى عددها قليل وهى معرضة باستمرار لجور الحيوان ولذلك فانها متحورة بتحورات عدة لتق نفسها من ضرر الحيوان منها :

(١) تغطى أوراق وسوق النباتات حتى ونوراتها وثمارها بالأشواك كما فى خشير Echinops Spinosus أو تكون أطرافها حادة تشبه الشوكة كما فى السل Zilla Spinosa .

(٢) تغطى بأوبار صلبة كما فى الحراقه Urtica والكليم Cleome arabica

(٣) رسوب مادة سيليسية على جدر الخلايا تزيد فى صلابتها كما فى معظم النجيليات وبوجود السيليس بكثرة على حواف الأوراق والسوق فتجعلها حادة كنصل السكين تثخن الحيوان الذى يحاول التهامها بالجراح

(٤) وجود بلورات إبرية داخل خلاياها إن أكلها الحيوان تلصق فى أنسجته وتسبب له آلاما شديدة

(٥) احتواء النبات على مواد مرة أو مواد قابضة أو سامة وزيوت طيارة كما فى كثير من النباتات العصيرية الخالية من الأشواك التى لا تقربها الحيوانات رغم كثرة احتوائها على العصارة .

٢ — النباتات المائية

Hydrophytes

تظهر العلامة بين النبات وبيئته جليا فى النباتات المائية الراقية فيشاهد ان كل أعضاء النبات تحورت تبعاً لمعيشته المائية :

١ — الساق Stem

تكون ساق النباتات المائية عادة ضعيفة وقابلة للثنى ومقسمة إلى عقد

وسلاميات وعلى العقد يلاحظ نمو جذور عرضيه من قواعد الأوراق كما فى نبات البستيا Pistia شكل ١١٧ والايكورنيا وغيرهما .



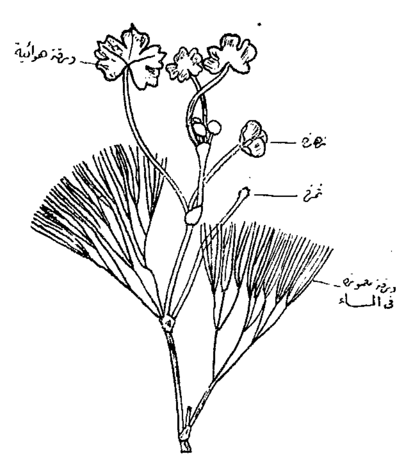
شكل ١١٧ — نبات البستيا لاحظ تركيبه

٢ — الورقه Leaf

تكون الأوراق المغمورة تحت سطح الماء شريطية الشكل ومجزأة إلى خيوط دقيقة فى حين أن الأوراق التى فى الهواء أو التى تطفو على سطح الماء يكون شكلها اعتيادياً شكل ١١٨ وبعض الأوراق يكون سمكها طبقة واحدة من الخلايا محتوية على الكلوروفيل كورقة الألوديا Elodea وبعضها يكون مكون من طبقتين أو ثلاث

٣ — الجذر Root

لا يوجد للنباتات المائية جذور أصلية Tap root وإذا وجدت فانها تكون عرضية وظيفتها التثبت لا الامتصاص وليس لها شعيرات جذرية لأن النبات المائى يمتص غذاءه من الماء والأملاح اللازمة له بكل سهولة من الوسط الذى يعيش فيه بجميع أعضائه من ساق وأوراق أما إذا كان النبات متصلا بالطين فتنمو له شعيرات تحل محل الجذور إلا أنها تستعمل للتثبيت أيضاً لا للامتصاص كما فى نبات Zannichellia



شكل ١١٨ - نبات من العائلة الشقيقية
لاحظ اوراقه المغمورة بالماء والاوراق الطافية

٤ - النمو الخضرى Vegetative Reproduction

إذا قطع أى جزء من ساق النباتات المائية فانه ينمو ويكون نبات من جديد وكذلك يتفرع النبات ثم تموت الساق الأصلية وتتحلل وتنفصل الأفرع ويتكون من كل منها نبات جديد وكذلك تنمو البراعم الطرفية Terminal Buds خصوصا الشتوية منها فى الأوقات المناسبة لنموها وأيضا تتكاثر النباتات المائية بالبراعم الجانبية والريزومات الخ .

٥ - التلقيح Pollination

يحدث التلقيح فى النباتات المائية بطرق مختلفة فى الأحوال التى تظهر فيها الأزهار فوق سطح الماء يحدث التلقيح غالبا بواسطة الحشرات كما فى البشنين أو بالهواء كما فى البوتاموجيتن والنباتات المائية التى تبقى أزهارها تحت سطح الماء

فالتلقيح بالماء كما فى لمح الناقه Zannichellia أما نبات Zostera الذى يعيش تحت سطح الماء فحبوبه اللقاحية خيطية مستطيلة وليس لها غطاء خارجى وكثافتها النوعية مثل كثافة الماء الموجودة به وبذلك تتحرك من أقل حركة للنبات فتلامس المياسم ويحصل التلقيح وقد يحدث التلقيح فوق سطح الماء إذا كانت كثافة حبوب اللقاح أقل من كثافة الماء مثل نبات Ruppia الذى يكثر وجوده فى مياه مصر المالحة وعلى العموم فلهذه النباتات مياسم كبيرة تتلقى حبوب اللقاح التى تكون عادة خيطية رفيعة كما فى نبات البوسيدونيا او مستديرة يتصل بعضها ببعض على شكل سلاسل فتتمكن بذلك من أن تلتف حول مياسم الأزهار عند ماتقابلها ولاتنفصل عنها بسهولة .

٦ - البيات الشتوى Winter Sleeping

تنخفض درجة المياه كثيرا فى المناطق الباردة أثناء الشتاء فيتعذر على النباتات أن تستمر فى النمو وتلجأ إلى السّبون وتتكون عليها أزرار أو درنات أو سوق أرضية يدخر فيها الغذاء وتنمو منها نباتات جديدة عند ما ترتفع الحرارة أما النباتات الطافية مثل عدس الماء Lemmna فانها تهبط إلى القاع وتستقر هناك حتى تتحسن الأحوال فترتفع ثانيا .

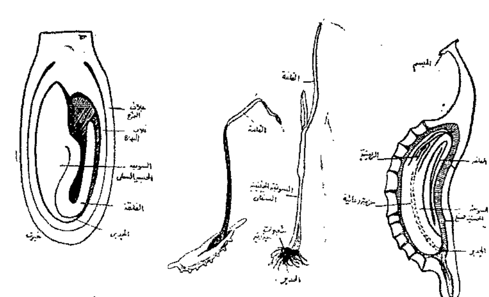
أما فى مصر فبالنسبة لاعتدال الحرارة فى الشتاء فانه يندر أن تقف النباتات المائية عن النمو .

٧ - الثمار Fruits

أما الثمار فهى من نوع البندقة أو الحسلة لها جدار خشبى لحماية الجنين من التلف شكل ١١٩

٨ - البزور Seeds

أما بزور النباتات المائية ذات الفلقة الواحدة ليس لها اندروسبرم يحيط بالجنين ولايخزن الغذاء فى الفلقة ولا فى الجذير وإنما يخزن فى السويقة الجنينية السفلى



شكل ١١٩ - ثمار النباتات المائية وبادراتها لاحظ تركيبها

٩ — البشرة Epidermis

البشرة ذات خلايا جدرها رقيقة خصوصا الخارجية منها خالية من الثغور محتوية على البلاستيدات الخضراء ، وقد توجد طبقة رقيقة من الكيوتين Cutin أو لا توجد بالمرة وهو الغالب فيمر الماء ومايذوب فيه من الأملاح بسهولة خلال خلايا البشرة إلى أنسجة النبات الداخلية

١٠ — النسيج التمثيلي Assimilatory tissue

لا يمكن تقسيم خلايا الميزوفيل إلى خلايا عمادية Pallisade cells ولا خلايا اسفنجية Spongy cells بالمعنى المعروف فى النباتات التى تنمو على اليابس ولا توجد ثغور فى العادة على الأجزاء المغمورة أما الأوراق الطافية فتوجد الثغور على سطحها العلوى فقط و توجد على كلا السطحين فى الأوراق الهوائية .

١١ — النسيج المقوى Mechanical tissue

ان هذا النسيج الميكانيكى المكون من الخلايا الاسلكايرنشيمية وغيرها غير معروف فى هذه النباتات وإذا وجد فانه يكون على حالة خلايا كولنشيمية تستقر فى المركز لتقاوم قوة الشد

١٢ — النسيج الماصى Absorbing tissue

تمتص هذه النباتات الماء والأملاح الذائبة فيه بجميع أجزائها

١٣ — النسيج الناقل Conductive tissue

الحزمة الوعائية فجوة فى الوسط محوطة بخلايا بارنشيمية ونسيج اللحاء هذه الفجوة قناة طويلة تمثل الخشب وتنتج من تكسير وذوبان عناصر البروكمبيوم إذ أن النبات المائى ليس فى حاجة إلى عناصر الخشب المعتادة لعدم حاجته إلى أنابيب خاصة لرفع العصارة ولكنه فى حاجة شديدة إلى نسيج موصل للمواد العضوية المكونة بالتمثيل الضوئى إذاً لا بد له من نسيج اللحاء المكون من أنابيب غربالية وخلايا بارنشيمية .

١٤ — النمو الثانوى Secondary growth

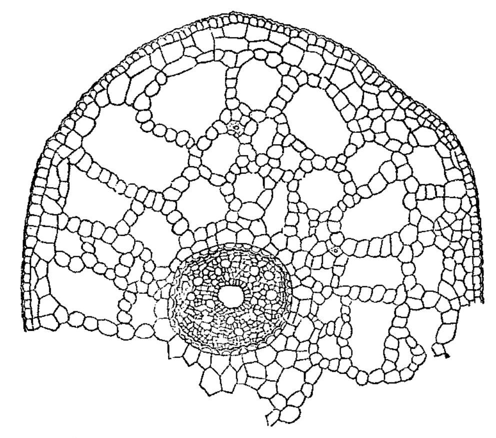
النباتات المائية خلوة من الكامبيوم الذى يولد النمو الثانوى والذى يولد الفلين لأن الفلين يعوق مرور الغازات والماء خلالها مع أن النباتات المائية تمتص ماءها من جميع الأجزاء كذلك لا ضرورة لهذا النسيج الميكانيكى لأن النباتات المائية عرضة للثنى والمد الحادثين من التيارات المائية

١٥ — الفراغات الهوائية Aerenchyma

الفراغات الهوائية تكون ٨٠ ٪ و ٩٠ ٪ من النباتات المائية وهى ممتلئة بالغازات وتجعل النبات قادراً على العوم فى الماء ولما كان الأكسيجين أقل ذوبانا فى الماء من ثانى أكسيد الكربون كان النبات المائى أكثر احتياجا إلى الأول من الثانى ولذلك كان الأكسيجين الذى ينطلق بعد عملية التمثيل الضوئى يخزن فى المسافات الهوائية وينتقل من خلية إلى أخرى فى النبات ليستعمل فى التنفس غير المباشر Indirect respiration

تشريح سوق النباتات المائية Anatomy of Stems

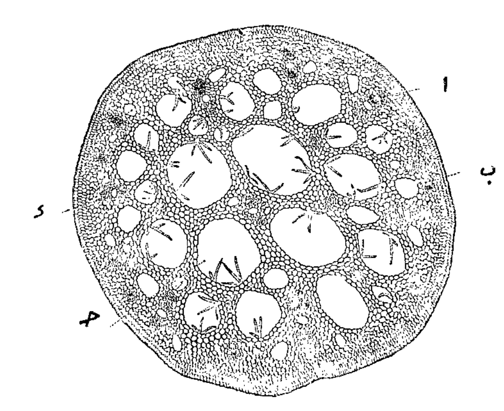
إذا قطعت قطاعا عرضياً فى ساق نبات مائى مثل البوتاموجيتن Potamogeton والسيراتوفلم Ceratophyllum شكل ١٢٠ أو الألوديا Elodea أو فى عنق البشنين Nymphaea فانك تلاحظ أن البشرة تتكون من خلايا رقيقة الجدر ولا يكسوها من الخارج إلا طبقة رقيقة أيضاً من الكيوتين لا تمنع مرور الماء من الغازات وتتكون القشرة من نطاق واسع من الخلايا البارنشيمية يتخلله فراغات هوائية Lacunae واسعة وتحد القشرة من الداخل بخلايا الأندوديرمس Endodermis أما الحزم الوعائية من نوع الحزم المركزية Concentric Bundles



شكل ١٢٠ ـ قطاع عرضى فى ساق السيراتوفلم « لاحظ تركيبه »

كما فى نبات السيراتوفلم والألوديا ويمثل الخشب بفجوة فى الوسط يحيط بها خلايا بارنشيمية ثم يوجد اللحاء محيطاً بالخشب ويتكون من أنابيب غربالية وخلايا بارنشيمية وبين اللحاء والأندوديرمس خلايا البريسيكل أما الحزم فى حالة

البوتاموجيتن فانها تشابه الحزم فى النباتين السابقين وتخالفها فى العدد إذ عددها ثمان أما أنسجة عنق البشنين فانها تخالف جميع ما سبق إذ ترى أن الحزم الوعائية منتشرة فى النسيج الأساسى الذى يشتمل على كثير من الفراغات الهوائية وبه خلايا نجمية Sclerotic cells شكل ١٢١



شكل ١٢١ ـ قطاع عرضى فى عنق البشنين

(ا) حزمة وعائية (ب) فراغ هوائى (ح) فراغ هوائى (د) حزمة وعائية

٣ ـ النباتات المتسلقة

Climbing plants

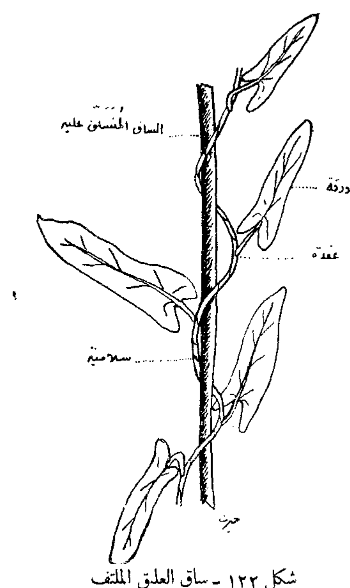
لهذه النباتات تحورات خاصة تدعى إلى الحصول على أكثر مقدار ممكن من الضوء وتوجد بكثرة بين أشجار النباتات حيث تشتبك الأغصان و يلتف بعضها ببعض فيصعب أو يمتنع نفاذ الضوء خلالها إلى أسفل فيكون التسلق فى هذه الحالة وسيلة لوصول النباتات إلى الضوء اللازم لحياتها

وللنباتات المتسلقة التى تنمو فى الغابات الكثيفة فى المناطق الحارة سوق خشبية ضخمة أما سوق المتسلقات العادية فرفيعة ضعيفة

وهناك وسائل عدة للتسلق منها :

أولا : الالتفاف Twining

يتسلق بعض النباتات بوساطة التفاف سوقها حول الدعامة وذلك بأن تتحرك أطراف السوق حركة دائرية واسعة النطاق فاذا لا مست الدعامة التفت حولها مثل الفاصوليا والعليق شكل ١٢٢ وتسمى هذه النباتات بالنباتات الملتفة



شكل ١٢٢ ـ ساق العليق الملتف

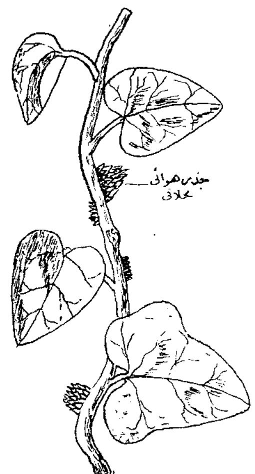
ثانياً : الأشواك Thorns

يتسلق بعض النباتات بوساطة أشواك خطافيه الشكل تنمو من سوقها فتلتصق بالدعامة مثل بعض أنواع الورد المتسلق

ثالثاً : الجذور Root

يتسلق بعض النباتات بالجذور وذلك بأن تنمو من سوقها جذور عرضية

تتجه بعيدا عن الضوء وتدخل فى الشقوق التى توجد فى الدعامة وتلتصق بها بطرق مختلفة كما فى نبات الأيفى (حبل المساكين) شكل ١٢٣



شكل ١٢٣ حبل المساكين لاحظ الجذور التى تستعمل فى التساق

رابعا : المحاليق Tendrils

المحاليق أعضاء خاصة للتساق تتحور فى أجزاء مختلفة من النبات فهى إما أن تكون

(١) أوراقا متحورة كما فى بعض أنواع البازلاء

(٢) وريقات متحورة كما فى البازلاء شكل ١٢٤

(٣) سوقا متحورة كما فى العنب شكل ١٢٥ والأنتيجونن Antigonon

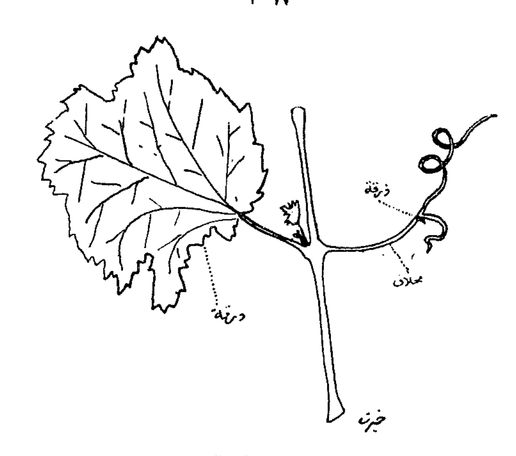
وللمحاليق أطراف حساسة تلتوى بسرعة إذا لامست جسما خشنا فتقبض عليه وتجذب النبات المتسلق نحوه وقد تنمو وتتخشب بعد ذلك

وتمتاز النباتات المتسلقة بصفات تشريحية كما يأتى :

خشب المتسلقات يمتاز بأوعيته الواسعة وكذلك اللحاء له أنابيب غربالية واسعة لتسهيل تحرك العصارات فى سوقها الطويلة الملتوية .



شكل ١٢٤ ـ البازلاء لاحظ الوريقات المتحورة إلى شكل محاليق



شكل ١٢٥ - نبات العنب

النمو الثانوى فى سوق المتسلقات

Secondary growth of Liane stems

يكون تركيب سوق المتسلقات الطويلة على نظام الأسلاك والحبال المجدولة وهذا التركيب المجدول الذى يجمع ما بين المرونة والمتانة لا يمكن تحقيقه إذا كانت الأسطوانة الخشبية على هيئة كتلة صماء بل على النقيض يجب أن يتكون خشب من حزم منفصلة يَتْلُوَ بعضها البعض ولا بد لتحقيق هذه الحالة الضرورية من انقسام الأسطوانة الخشبية إلى حزم ينفصل بعضها عن البعض انفصالا تاما بتداخل أنسجه لينة بينها وانفصال الخشب هكذا تركيب تشريحى عام فى سوق جميع المتسلقات ولو أنه يحدث بطرق مختلفة عديدة

مما سبق يتضح أن القوة الميكانيكية فى سوق المتسلقات يجب أن تختلف اختلافا تاما عن مثيلتها فى سوق النباتات العادية لأنها وخصوصا الطويلة منها يجب أن تكون قابلة للثنى حتى تتخلص من الكسر أو الشرخ عند ما تحركها بعنف الرياح

الشديدة منفردة أو مع الحامل Support فاذا ما كسر فرع مثلا أو سقطت جميع الشجرة بما عليها من المتسلقات فان مرونة سوق الأخيرة ومتانتها مجتمعتين يقيانها من الكسر

وكذلك إذا انفلت النبات من حامله جاريا على الأرض تظهر عليه تجعدات وانحناءات أو قد يلتوى على نفسه عدة مرات وهذا هو فعل المرونة والمتانة أيضاً

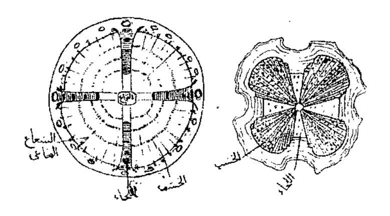
وأن هاتين القوتين المرونة والمتانة تجعل المتسلقات وخصوصاً المدلاة منها من الحوامل أو التى تكون متصلة بها بمحاليق ذات متانة شديدة لتقاوم قوتى الشد والتمزيق Pulling and shearing strains الناتجين عن النمو الثانوى فى الحامل أو عن الرياح لأن سوق الحوامل عند ما تزداد فى الغلظ الثانوى تضغط على ساق المتسلق عرضيا وتسبب له تمزيقا لو لم يكن مزوداً بهاتين القوتين .

ويحدث التغليظ فى سوق النباتات المتسلقة بطرق عدة منها :

١ — يعطى الكامبيوم فى المبدأ الخشب واللحاء كالمعتاد ولكنه سرعان مايُكوِّنُ الخشب واللحاء بنسب مختلفة و من نقط مختلفة من محيطه كما يظهر فى النباتات الواقعة تحت العائلات الآتية Malpighiaceae, Apocynaceae, Bignoniaceae

ففى ساق البجنونيا انجوسكاتى ينمو الكامبيوم كالمعتاد مبدئيا أى يعطى خشبا داخليا ولحاء خارجيا ثم سرعان ما تتغير طبيعته ويعطى من جزء من محيطه فى نقط أربع متصالبة خشبا ثانويا بنسب أقل مما يعطيه لحاء ثانويا ولذلك تصبح الاسطوانة الخشبية فى المقطع العرضى متعارضة بأربع فجوات طولية ضيقة ممتلئة بعناصر اللحاء الثانوى وهذه الفجوات تزداد فى العمق كلما زاد الساق فى النمو الثانوى وكذلك الكامبيوم ينفصل إلى أجزاء ثمانية أربع منها وهى الكبيرة فى المحيط تكون خشبا ثانويا لجهة الداخل وأما الأربع الضيقة التى تكون فى قاعدة الفجوات تعطى لحاء ثانويا لجهة الخارج وأخيرا وفى النهاية يظهر اللحاء الثانوى فى أربع أضلاع متصالبة وكذلك الخشب الثانوى يصبح متصالبا أيضا شكل ١٢٦

ومع أن الفجوات فى نوع خاص من النباتات البجنونية تستمر أربعة متصالبة



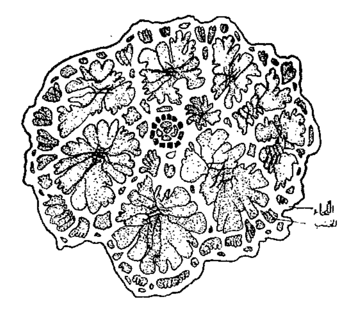
شكل ١٢٦ ـ قطاع عرضى فى ساق البجنونيا
لاحظ الخشب المتصالب واللحاء المتصالب

إلى النهاية إلا أن بعض الأجناس تظهر فى سوقه فجوات ثانية وثالثة ورابعة بالتتابع لأن الكامبيوم يصبح غير عادى فى نقط كثيرة من محيطه فيعطى خشبا ثانويا بنسب أقل من إعطائه عناصر اللحاء الثانوى وهذا العمل يكون فى فترات مختلفة حتى أن اللحاء يصير متدرجا كما فى الشكل ١٢٧

شكل ١٢٧ ـ قطاع عرضى فى ساق المليا لاحظ الخشب واللحاء المتدرجين

وفى نباتات خاصة من عائلات Bignoniaceae, Malpighiaceae تصبح عناصر الخشب فى كتل منفصلة بعضها عن بعض بالتغيرات الثانوية التى تحدث فى برانشيمة الخشب واللحاء فينفصل الخشب الأولى بعضه عن بعض بكتل الخلايا البارنشيمية التى تتكون من النمو الثانوى البينى : وقد رأى العالم شنك Schenck أن هذه الخلايا البارنشيمية (تكون ذات جدر غير ملجننة وفى أحوال قليلة تحتوى جدرها على لجنين) تنشأ من البرانشيمة التى تصحب الأوعية أو التى تُكَوِّنُ الأشعة النخاعية

٣ ـ رأى فاربرج Warburg فى ساق البوهينيا Bauhinia أن منشأ هذه الخلايا البارنشيمية البينية Dilatation parenchyma هو خلايا اللحاء البارنشيمية التى تنقسم وتصبح مرستيمية وتنمو وتتداخل بين عناصر الخشب وتفصله إلى كتل كما فى شكل ١٢٨ وتنمو حزم الخشب المنفصلة أيضا نموا ثانويا

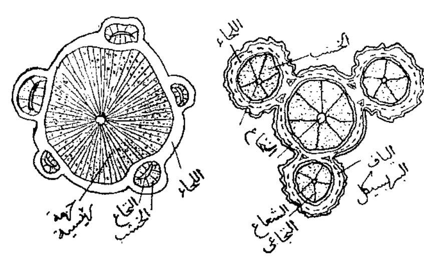


شكل ١٢٨ ـ قطاع عرضى فى ساق البوهينيا
الخشب منقط واللحاء والخلايا البارنشيمية بيضاء

بخلايا خاصة أخرى مرستيمية وقد تنمو حزم خشبية أخرى بين الحزم الأولى ولذلك يظهر الساق فى القطاع العرضى أنه ذو تركيب معقد تعقيدا كثيرا ولذلك يوجد شبه عظيم بين هذا الساق والحبل الغليظ لأن الخلايا البارنشيمية التى بين حزم الخشب يتكون منها خلايا مولدة أخرى تسمى بالكامبيوم الفلينى (فلوجين) Phellogen تعطى فلين حتى يظهر الشكل الخارجى للساق أنه مقسم إلى عدد من الحزم الخشبية الطولية وأن كل حزمة خشبية مغلفة بطبقة من الفلين ومنسوجة معها كليا أو جزئيا فى حالة معقدة

٣ ـ سوق النباتات سرجانيا Serjania وبولينيا Paullinia ثينانيا Thinania وغيرها تشتمل من المبدأ على عدة حلقات كامبيومية تظهر فى القطاع العرضى للساق مرتبة بأشكال مختلفة شكل ١٢٩ أى توجد دائرة من الكامبيوم فى الوسط تعطى لحاء وخشبا كالمعتاد وتحيطها عدة دوائر صغيرة من الكامبيوم بالقرب من السطح تعطى كل منها حزما وعائية معتادة وفى النادر لا توجد دائرة الكامبيوم المركزية ولكن توجد خمس أو سبع دوائر كامبيومية بالقرب من السطح

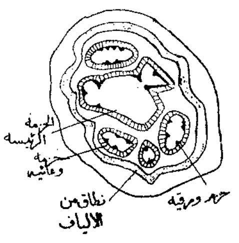
قال استراسبرجر Strasburger معللا النمو الثانوى فى نبات Serjania أن الحزم الوعائية الأولية تكون مرتبة ترتيبا غير منتظم من المبدأ إذ تكون مرتبة



شكل ١٢٩ - قطاع عرضى فى ساق السرجانيا

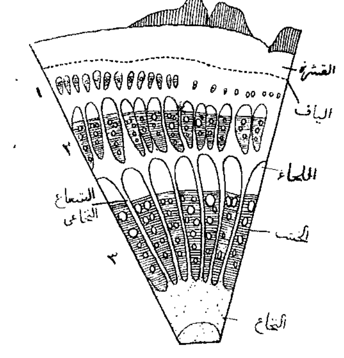
فى دائرة كثيرة الانقباضات فعند ما يبدأ النمو الثانوى ويتكون الكامبيوم البين الحزمى ليعطى لحاء ثانويا جهة الخارج وخشبا ثانويا جهة الداخل يتصل الكامبيوم الأولى Primary Cambium عند الانقباضات وتتكون عدة دوائر منفردة وبعد ذلك ينمو كامبيوم كل دائرة نموا عاديا فيعطى خشبا ثانويا جهة الداخل ولحاء ثانويا جهة الخارج

اتفق الباحثون فى آرائهم ومن بينهم العالم ناجلى Nageli وعللوا النمو الثانوى فى نبات Serjania وقالوا إن دائرة الحزم الأولية لآثار الأوراق تتعمق قليلا أو كثيرا فى نقط محدودة من دائرة البروكمبيوم فتميل مجاميع منفردة من الحزم إلى الانفصال عن الدائرة الأصلية حتى فى هذا الطور المبدئى وعندما تتصل حزم الكامبيوم بعضها ببعض ينمو الكامبيوم البين الحزمى وتتكون أسطوانة وعائية إذ تنمو المجاميع المنقبضة كدوائر مستقلة وينتهى الأمر بتكوينها عدة أسطوانات وعائية وبعد ذلك تنمو كل طبقة من الكامبيوم منفردة نموا عاديا وتعطى لحاء ثانويا فى الخارج وخشبا ثانويا فى الداخل شكل ١٣٠



شكل ١٣٠ - قطاع عرضى فى ساق السرجانيا

٤ — النموذج الآخر الذى يحدث فى النمو الثانوى الشاذ الموجود فى سوق المتسلقات ينتج من أن الكامبيوم الأولى يعطى لحاء وخشبا كالمعتاد ثم يقف نشاطه نهائيا وتتكون طبقة جديدة أخرى مرستيمية من الخلايا البارنشيمية التى تحيط بالحزم الأولية لتكون حزما وعائية ثانوية وربما تتكرر هذه العملية عدة مرات شكل ١٣١



شكل ١٣١ - قطاع عرضى فى ساق النيتم Gnetum

(١) حزم صغيرة (٢) حزم أكبر منها (٣) حزم أكبر من الثانية

وقد يتكون النسيج المرستيمى الثانوى من نسيج القشرة الأولى Primary cortex كما فى نبات العائلة Menispermaceae والوستاريا Wistaria والرينكوزيا Rhynchosia أو من خلايا اللحاء الثانوى كما فى البوهينيا (خف الجمل) Bauhinia والنيتم Gnetum والعليق Convolvulus والأيبوميا Ipomoea والأرجيريا Argyreia

٥ — لاحظ العالم سانيو Sanio فى ساق التيكوما راديكانز Tecoma radicans أن الكامبيوم الثانوى ينشأ من النسيج البارنشيمى داخل دائرة الخشب الأولية وهذا الكامبيوم يعطى لحاء لجهة الداخل وخشبا للخارج وقد وجد العالم اسكوت Scott وبربنر Brebner هذه الحالة عينها فى سوق نبات Willughberia firma (Apocynaceae) والبربلوكا جريكا Periploca graeca (Asclepiadaceae)

وبالجملة يلاحظ أن سوق المتسلقات يختلف اختلافا بينا حتى فى الشكل الخارجى عن سوق الأشجار الخشبية التى تنمو مستقيمة إذ يلاحظ أن هذه النباتات المتسلقة مثل الرينكوزيا والبوهينيا والدلبيرجيا Dalbergia لها سوق شريطية منبسطة وهذا الشكل الخاص ينتج عن توزيع نشاط الكامبيوم بغير تساو وفى أحوال أخرى ينتج عن ظهور طبقات الكامبيوم المتتابعة وهذا الشكل الشريطى يسهل للمتسلقات الالتواء حول حاملها أكثر مما لو كان أسطوانيا

٤ ـ النباتات الطفيلية والرمية

Parasitic and Saprophytic Plants

للنباتات عادة مجموعان خضرى وجذرى فالأول بما يحتويه من المادة الخضراء فى أوراقه وسوقه يقوم بتمثيل ثانى أكسيد الكربون الجوى فتنتج المواد الكربوايدراتية التى إما يستنفذها النبات فى بناء جسمه أو تخزن لوقت الحاجة وأما الثانى فانه يقوم بامتصاص الماء والأملاح الذائبة فى الأرض .

أنواع النباتات الزهرية الطفيلية : —

توجد نباتات أخرى غير الفطر وأنواع البكتيريا وأنواع قليلة من الطحالب يتعذر عليها بل يمتنع أن تبنى نفسها بنفسها لعدم وجود المادة الخضراء فى جسمها أو لأن المجموع الجذرى غير كامل فلا يمكنه أن يمتص الماء من التربة وهذه النباتات التى تعتمد على غيرها فى معيشتها إما أن تكون متطفلة Parasitic أو ناقصة التطفل أو مترممة Saprophytic

(١) النباتات المتطفلة Parasitic Plants هى النباتات التى تكون خالية من المادة الخضراء وغير مزودة بمجموع جذرى كامل وتأخذ غذاءها جميعه من معدنى وعضوى من العائل الحى Living Host

(٢) ويوجد نوع آخر يكون له أوراق خضراء فيمكنه أن يجهز المواد العضوية من الهواء الجوى وأما الماء الأرضى والأملاح المذابة فيه فتعتمد فى الحصول عليها من العائل وهذا النوع يسمى النباتات الناقصة التطفل Half Parasitic Plants .

(٣) النباتات الرمية Saprophyte لها خواص النباتات المتطفلة إلا أنها تعيش على أجسام عضوية ميتة وهى بقايا الكائنات الحية .

صفات النباتات المتطفلة والرمية

١ ـ الأوراق إما أن تكون معدومة بالمرة أو تكون حرشفية وقد توجد فيها المادة الخضراء ولكن بدرجة قليلة جدا لا تكفى لأداء عملية التمثيل — وهى أيضا لا تساعد فى عملية النتح .

٢ ـ الساق تكون ضامرة صفراء اللون كما فى الحامول أو صفراء شحمية كما فى الهالوك .

٣ ـ مجموعها الجذرى يكون على حالة أثرية أو متحورة إلى شكل ممصات .

٤ ـ الأوعية الخشبية ضعيفة والنمو الثانوى قليل الحدوث .

٥ ـ للطفيل القدرة على أن يتصل بالعائل ليحصل منه على ما يلزمه من الغذاء ويحدث ذلك الاتصال بواسطة ممصات Haustoria وهى عبارة عن جذور متحورة تفرز إنزيمات تتمكن بوساطتها من إذابة ما يعترض طريقها من أنسجة العائل فتنفذ إلى أنسجته الداخلية وتحصل منه على الغذاء اللازم .

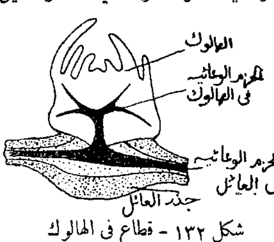
(١) النباتات الطفيلية Parasite

أولا : الهالوك Orobanche وهو تابع للعائلة الهالوكية Orobanchaceae يصيب الهالوك محاصيلا مختلفة فى مصر كالفول والطماطم والكرنب وبعض الحشائش وبعض النباتات الصحراوية كالسنتوريا وغيرها .

وبزور الهالوك صغيرة جدا سمراء اللون لا يتميز فيها الجنين تماما وهى لا تنبت إلا بجوار عائلها فاذا لم يتيسر هذا الشرط وتوافرت شروط الانبات الأخرى كالماء والحرارة الخ فانها لا تنبت .

وعند إنبات البزرة تنمو منها ممصات تتجه نحو جذر العائل وتخترق أنسجته الداخلية حتى تصل أنابيب الخشب واللحاء لتمتص منها الغذاء شكل ١٣٢ ثم ينمو الطفيل ويكون تحت الأرض جسما درنياً يأخذ فى النمو ثم ينبثق منه شمراخ زهرى

يظهر فوق سطح الأرض ويحمل أوراقا حرشفية صفراء اللون عديمة الكلوروفيل أوقد تكون فيها المادة الخضراء ولكن بدرجة قليلة جدا وتحمل الأوراق فى آباطها أزهارا سرعان ما تعطى ثمارا متفتحة من نوع العلبة شكل ١٣٣



شكل ١٣٢ - قطاع فى الهالوك وجذر العائل

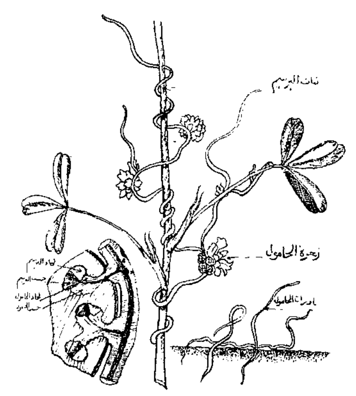
ثانيا : الحامول : Cwscuta وهو تابع للعائلة العليقية Convolvulaceae شكل ١٣٤

نبات زهرى تام التطفل ينمو على سوق أنواع مختلفة من النباتات أخصها بالذكر البرسيم والكتان وعند ماتنبت بزرة الحامول تخرج منها ساق رقيقة خيطية تتثبت فى الأرض بشعيرات تنمو من قاعدتها وتتحرك قمتها حركة دائرية فإذا لامست عائلا التفت حوله وماتت الشعيرات فيفقد الطفيل بذلك علاقته بالتربة

تنمو من الساق الخيطية الملتفة حول العائل أقراص تلتصق بساق العائل وتخرج من هذه الأقراص ممصات تخترق أنسجة بشرة العائل وقشرته إلى أن تصل إلى الحزم الوعائية فهناك تتميز فى ممص الحامول القصيبات متصلة بخشب العائل والأنابيب الغربالية التى تتصل بلحاء العائل أيضا وكذلك يرسل الممص خلايا جانبية رقيقة الجدر تتصل بخلايا القشرة والأشعة النخاعية لامتصاص المادة المخزنة فيها .



شكل ١٣٣ - الهالوك متطفل على العائل



شكل ١٣٤ - الحامول ملتف على ساق البرسيم وبادراته تبحث عن العائل وقطاع فيه وفى ساق العائل

وساق الحامول قد تكون خالية من الكلوروفيل ولا تحمل أوراقا خضراء وأزهارها بيضاء اللون وبزورها صغيرة الحجم لاتتميز فى جنينها الفلقتان والجذير والريشة .

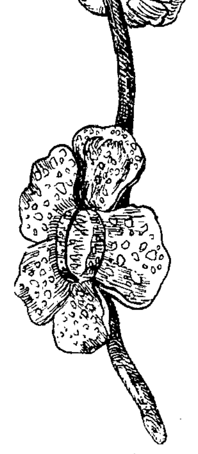
ثالثا : الرافليزيا Rafflesia arnoldi

لا يوجد لها جذور ولاسوق ولا أوراق إلا أن لها ممصات ترسلها فى أنسجة الأشجار لتمتص الغذاء اللازم لها ومع كل ذلك فلها زهرة كبيرة يبلغ قطرها نحو ثلاثة أقدام شكل ١٣٥ ولها رائحة اللحم العفن وتتلقح بنوع خاص من الذباب يقال له Carion flies

(٢) النباتات ناقصة التطفل Half parasitic plants

نبات المسلتو Mistletoe والسيسيوم Thesium ونبات الصندل الذى يستخرج منه خشب الصندل واللورنثس Loranthus . . الخ لها ممصات ترسلها فى أنسجة النبات العائل لامتصاص المواد الغذائية الغير عضوية أما المادة العضوية فانها

تكونها بنفسها من الكربون الجوى والماء بالنسبة لما تشتمل عليه من المادة الخضراء فى أوراقها وسوقها ولذلك يقال لهذه النباتات ناقصة التطفل ومن أمثالها كثير من النباتات التابعة للعائلة Scropholariaceae التى تكون عادة متطفلة على جذور بعض النجيليات .



شكل ١٣٥

أولا : نبات السيسيوم Thesium نبات عشبى صغير له أوراق خضراء وتتطفل جذوره على جذور النجيليات وتوجد بكثرة فى منطقة مريوط

ثانياً : نبات اللورنثس Loranthus

نبات طفيلى ينمو على أغصان أشجار السنط ويشاهد كثيراً فى الجنوب الشرقى من مصر والسودان وتمتد من ساقه ممصات تخترق أنسجة ساق العائل لتمتص الماء والأملاح من أنابيبه الخشبية وأما المادة العضوية فإن النبات يجهزها بأوراقه الخضراء

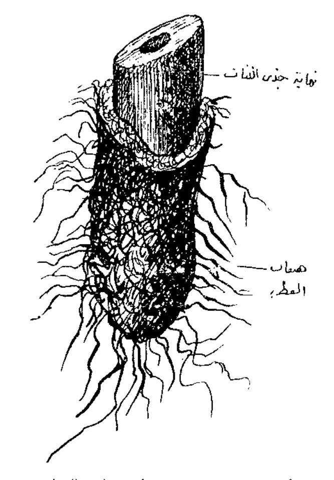
وثمار هذا الطفيل من بين الأغذية التى تتهافت عليها الطيور بيد أن بزوره محوطة بمادة لزجة فعندما تأكلها الطيور تعلق البزور بمناقيرها فيحاول الطائر أن يتخلص من البزرة بأن يحل منقارة بأفرع الأشجار فتنتقل البزرة من منقاره إلى فرع الشجرة و تلتصق به و تنمو عليه و تكون نباتا جديداً

(٣) النباتات الرمية Saprophyte

تنمو النباتات الرمية عادة فى الأراضى التى تحتوى على مقادير وافرة من المواد العضوية المتحللة كأراضى الغابات حيث تتراكم الأوراق التى تسقط من الأشجار .

وقد تحاط بعض جذور بعض الأشجار وسوقها الأرضية بنوع من الفطر

Fungi وتعيش معها معيشة تبادل المنفعة Symbiosis فيعطى الفطر النبات الغذاء الأرضى من ماء وأملاح ويأخذ منه المواد العضوية المجهزة من الكربون الجوى . شكل ١٣٦



شكل ١٣٦ - جذر محوط بهيفات الفطر

وجذور هذه النباتات تكون عديمة الشعيرات الجذرية فتحيطها الهيفات الفطرية ذات الأنابيب الضيقة فتعوضها ما فقد منها من الشعيرات الجذرية وهذه الهيفات إما أن تخترق الخلايا الخارجية للنسيج النباتى وتسمى Exotrophic Mycorrhiza كما يحدث لشجر الزان Beech والبلوط Oak والصنوبر Pine

وقد تتعمق هذه الهيفات الفطرية فى أنسجة النبات الحية الداخلية فيهضمها بروتوبلازمه ثم يمتصها بما فيها من الأغذية ويقال لهذه النباتات Endotrophic Mycorrhiza كما فى الأركيدز Orchids والهيثر Heatner

عند ما تنبت بزور نباتات الأركيدز Orchids لابد لها من أن تصاب بهيفات

الفطر الخاص بها فى أوائل نموها وإلا وقفت عن النمو البتة فالبزور التى تنتثر بعيداً عن أمها قد لا تنبت إذ تكون بعيدة عن فطرها الخاص

أما فى حالة الهيثر Heather واللنج Ling والجازون وغيرها من عائلة الأريكسى Ericaceae فان هيفات الفطر تتعمق إلى أن تصل إلى أغلفة البيضة Intiguments وهناك تكمن إلى أن تبذر الثمار فتنمو معها وبذلك يضمن النبات استمرار إصابته بالفطر جيلا بعد جيل حتى لو سقطت حبوبه فى مكان لا يوجد فيه الفطر الخاص

ويقتصر بعض النباتات الرمية على الغذاء الذى تحصل عليه من الفطر فتشبه النباتات الكاملة التطفل فى شكلها وخلوها من الكلوروفيل ووجود أوراق حرشفية عليها بدلا من الأوراق الخضراء ومن النباتات الرمية ما تتكون عليه أوراق خضراء ويمكن لمثل هذه النباتات تكوين المواد العضوية بواسطة أوراقها ومع ذلك فإن الهيفات الفطرية تتغلغل فى أنسجتها الأرضية والهوائية على السواء

(٤) النباتات الحُلُمية Epiphytes

وهى نباتات تنمو على أفرع الأشجار بدون أن تتطفل عليها وتوجد هذه النباتات بكثرة فى الغابات الكبيرة المتكاثفة الأشجار حيث يصعب نفاذ الضوء إلى الأرض .

هذه النباتات تجد صعوبة كبيرة فى الحصول على مائها ولذلك فانها تشبه النباتات الزيروفيتية فى صفاتها وتمتاز بأن لمعظمها نوعين من الجذور أحدهما يلتف حول الحامل والآخر جذور هوائية تتدلى فى الهواء وتمتص بخار الماء شكل ١٣٧ إذ يحيط بالأكسودرمس Exodermis طبقة خاصة من الخلايا تنشأ من انقسام الدرماتوجين جدرها الخارجية رقيقة أو مثقوبة Perforated وأما جدرها الجانبية فمغلظة غلظا لولبيا وهذا النظام



شكل ١٣٧

فى التركيب يجعلها مطوطة حتى بعد أن تفرغ مما بها من الماء معدة لامتصاص الماء الجوى بالخاصة الشعرية وهذه الطبقة تسمى فيلامين Velamen

(٥) النباتات آكلة الحشرات Insectivorous plants

توجد هذه النباتات على الأخص فى الأراضى الحمضية التى تقل فيها بكتيريا التأزت فتلجأ إلى الحصول على أزوتها من أجسام بعض الحيوانات وخصوصا الحشرات فهى فى ذلك تشبه الحيوانات آكلة اللحوم .

وقد تتشكل أوراقها بأشكال مختلفة مناسبة لقنص الحشرات وهضمها وسنصف فيما يلى أوراق بعض النباتات آكلة الحشرات .

١ — ورقة الديونيا Dionaea شكل ١٣٨ نصلها ذو مصراعين يتحركان على العرق الوسطى وكل منهما مزود بزوائد شوكية على سطحه الأعلى فإذا ما وقعت حشرة على النصل يتنبه المصراعان فيقفلان فجأة حافظين الحشرة بينهما ثم تفرز الانزيمات التى تهضم وتذيب الحشرة ثم يمتص ما يذوب منها وبعد ذلك تعود الورقة على حالتها الطبعية فاتحة مصراعيها استعدادا لقنص حشرات اخرى

شكل ١٣٨
ورقة الديونيا لاحظ مصراعيها

٢ — وأما فى حالة نبات النبنسز Nepenthes شكل ١٣٩ انصال أوراقها تحورت إلى شكل جرة لها غطاء يغطى فتحتها ويكون مقفلا فى حالة صغر الورقة ثم يفتح فجأة عند كبرها .

قال جوبل Gaebel إن هذه الجرة هى نصل الورقة وإن قاعدة الورقة تفلطحت وأخذت شكل الورقة لتأدية عملية التمثيل وأما عنق الورقة فتحول إلى شكل محلاق .

تملأ الجرة عادة بسائل مائى رحيق يفرز من الغدد الموجودة على السطح الداخلى لجذب الحشرات التى إذا وقعت على الحافة فإنها تنزلق على سطحها الأملس أو تجـذب إلى أسفل الجرة بشعـيرات وفى كلا الحالتين مؤداها السقوط فى السائل داخل الجرة . وفى نفس الوقت يقفل الغطاء لمنعها من الفرار وتفرز إنزيمات لهضم جسم الحشرة ثم يمتص بعد ذلك المواد الناتجة .

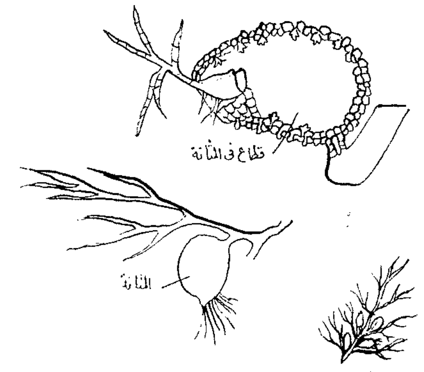

شكل ١٣٩ - نبات النيبنسز لاحظ نصل الورقة التى يحول إلى شكل جرة

٣ — ورقة الدروسيرا Drosera

ورقة هذا النبات تكون عادة مغطاة بزوائد Tentacles تنتهى طرفها بغدد تفرز مادة لزجة حمضية فإذا ماهبطت حشرة ما على رأس هذه الزائدة فإنها تعلق بها بوساطة المادة اللزجة ويزيد فى قنصها تشبثها بالفرار ومحاولتها عبثا الهروب إذ هذا ما يزيد اشتباكها فى زوائد أخرى وهكذا حتى تحاط بهـذه الحبال من كل صوب إذ تتنبه جميع الزوائد بالحشرة وتنحنى عليها وكذلك عنق الورقة يصبح مقعراً ويزيد أيضا فى حبس الفريسة وتفرز عليها مواد هاضمة تذيب جسمها فتمتص بعد ذلك المواد المذابة . وعند انتهاء عملية الامتصاص تعتدل الزوائد وتعود الورقة إلى شكلها الطبعى .

٤ — أوراق نبات اليوتريكيولاريا (حامول الماء) Utricularia وهو نبات يعيش فى المستنقعات المصرية ذات الماء الآسن وله أوراق مجزأة إلى أشرطة يتحور شريط منها إلى شكل مثانة Bladder شكل ١٤٠ ولكل مثانة فتحة لها مصراع يفتح جهة الداخل فقط ولذلك يسهل فتحه من الخارج ويتعذر فتحه من الداخل فعند ما تدخل الحيوانات الصغيرة فى هذه المثانة لا يمكنها الخروج وعلى ذلك يلاحظ كثير من الحيوانات الصغيرة داخل هذه المثانة وما يتخلف من بقايا الحيوانات المتحللة يمتص بواسطة الشعيرات المتفرعة النامية من جدار المثانة

الداخلى . ومن المرجح أن هذا النبات لا يفرز إنزيمات لاذابة أجسام الحشرات التى تتعفن داخل المثانة ثم تمتص بعد ذلك .



شكل ١٤٠ - نبات حامول الماء وقطاع فى المثانة



الباب الخامس

ترتيب المملكة النباتية

النباتات الحية تبلغ الآلاف عدا ولذلك وجب ترتيبها وتقسيمها حتى يسهل للمشتغلين بعلم النبات البحث والوصول إلى نتائج وآراء ن سبقهم .

كانت أول طريقة اتبعها الأقدمون مبنية على المنافع الاقتصادية التى يكتسبها الانسان من النباتات المختلفة فكانت النباتات التى تستخرج منها العقاقير الطبية توضع فى قسم والتى يستخرج منها المواد الغذائية توضع فى قسم آخر والتى يستخرج منها الألياف والشعيرات للنسيج توضع فى قسم آخر وهكذا . وبعد ذلك جاءت الطرق العلمية ولكنها كانت طرقا صناعية محضة .

قد ترك لينوس Linnaeus سنة ١٧٣٥ كل الاعتبارات المرفولوجية التى اتبعها علماء النبات من قبل واعتمد فى تقسيم النباتات على الصفات التناسلية وبهذه الطريقة أمكنه أن يميز ٢٤ قسما .

ووضع فى القسم الرابع والعشرين كل النباتات الغير مزهرة Cryptogams وأما الثلاثة والعشرين الباقية من الأقسام فهى نباتات مزهرة phanerogams وقسمها لينوس بالنسبة إلى توزيع أعضاء التناسل فى الزهرة فمنها ذات الأزهار الخنثى Hermaphrodite ومنها ذات الأزهار وحيدة الجنس Unisexual . وقسم النباتات ذات الأزهار الخنثى إلى ثلاثة مجاميع

(١) المجموعة الأولى ذات الأسدية السائبة Free Stamens وقسمت هذه المجموعة إلى مجاميع أصغر منها بالنسبة لعدد الأسدية وطولها وكيفية اتصالها بالتخت .

(٢) المجموعة الثانية ذات الأسدية المتحدة بعضها مع بعض

(٣) المجموعة الثالثة ذات الأسدية المتحدة بالمتاع pistil

فما سبق يلاحظ أن طريقة لينوس قربت بعض النباتات بعضها من بعض لوجود صفات مشتركة بينها بالرغم من أنها تختلف كثيراً فى صفات أخرى ولذلك سميت هذه الطريقة بالترتيب الصناعى Artificial System

والترتيب الصناعى هو الذى كان يدين به كثير من العلماء غير لينوس وكانوا يفترضون أن كل نوع من أنواع النباتات قائم بذاته أى ليس له أية علاقة بالأنواع الأخرى وأنه خلق خلقاً خاصاً وأن النوع يستمر يعطى سُلَالَةً تشبهه وتماثله وليس له القدرة على انتاج ما يختلف عنه .

وبعد ذلك انتهى رأى العلماء على أن أنواع النباتات الموجودة لم تخلق خلقاً خاصا وإنما تسلسلت من أنواع أبسط منها كانت توجد فى الأزمنة الجيولوجية السابقة وتسمى هذه النظرية بنظرية النشوء والارتقاء وتنسب إلى العلامة Darwin

ولما جاء كثير من علماء النبات مثل Engler, Benthan, Hooker, De Candole اجتهدوا فى تقسيم النباتات فكان كل منهم يضع حجراً فى بناء أساس الترتيب الطبعى Natural System فيستفيد منه الخلف الذى يليه وهذا الترتيب كان يرتكز على الشكل الخارجى والتركيب الداخلى للنبات فقسمت النباتات حسب هذه النظرية إلى مجاميع كبيرة تشترك فى صفات عامة ثم تقسم هذه إلى مجاميع أصغر تشترك فى صفات خاصة وهكذا .

ومن الصفات الخاصة التى يعتمد عليها فى تقدير الصلات بين نبات وآخر هى

١ — أعضاء التناسل لأن الأعضاء الخضرية عرضة لكثير من التغيرات تحت تأثير عوامل البيئة .

٢ — وجود بعض الصفات التشريحية كالاشتراك فى وجود نسيج ما أو غيابه بالمرة .

إذا تشابهت عدة أفراد من النباتات تشابها عظيما فانها تعتبر من نوع واحد فأشجار البرتقال كلها من نوع واحد كما أن أفراد نبات القمح من نوع آخر .

وإذا وجدت عدة أنواع متشابهة فى صفاتها المرفولوجية والتشريحية فانها توضع تحت اسم جنس واحد فأشجار الليمون والنفاش والبرتقال واليوسفى كلها

تشترك فى عدة وجوه مثل الرائحة وشكل الورقة والأزهار ولون الثمار ولذلك توضع كلها تحت جنس Citrus وتعتبر الموالح جميعها أنها نشأت من أصل واحد. ويسمى النبات باسمين الأول اسم الجنس والثانى اسم النوع وإليك مثالا يظهر تسلسل النبات إلى أن يصل إلى المملكة النباتية .

Individual	الفرد	قطن أشمونى
Variety	الصنف	أشمونى
Species	النوع	Barbadense
Genus	الجنس	Gossipium
Family	العائلة	Malvaceae
Order	الرتبة	Malvales
Group	مجموعة	Polypetalea
Subclass	تحت قسم	Dicotyledons
Class	قسم	Spermatophyta
Phyllum	قبيلة	Angiosperm
Plant Kingdom	المملكة النباتية	Plant kingdom

المملكة النباتية وأقسامها Plant Kingdom and its Divisions

تنقسم المملكة النباتية إلى أربعة أقسام كبرى يعرف كل منها بالمجموعة النباتية وهى كما يأتى :

المملكة النباتية Plant Kingdom

١ — Thallophyta النباتات الثالوثية الخيطية
- (١) Fungi الفطر
- (٢) Bacteria البكتيريا
- (٣) Algae الطحلب
- (٤) Lichens الأشين

٢ — Bryophyta النباتات الحززية
٣ — Pteridophyta « السرخسية
وكلاهما يوضع تحت اسم Archegoniate

٤ — Spermatophyta « المزهرة
- (١) Gymnosperm المعراة البزور
- (٢) Angiosperm المغطاة البزور

١ — النباتات الثالوثية الخيطية

Thallophyta

النباتات الثالوثية إما أن تكون وحيدة الخلية أو يتركب جسمها من عدة خلايا ولا يتميز فيها أعضاء خضرية كالجذور والسوق والأوراق وتتكاثر هذه النباتات تناسليا Sexual أو غير تناسلى Asexual ولا يظهر الطور التعاقبى Alternation of generation إلا فى الأفراد الراقية

ويوجد تحت هذا القسم ما يأتى :

(١) الفطر Fungi
(٢) البكتيريا Bacteria

وهما خاليان من المادة الخضراء ويعيشان على غيرهما من الكائنات إما متطفلين على كائنات حية وإما رميين على كائنات ميتة . وقد يعيشان معيشة تبادل المنفعة مع غيرهما سواء كان حيوانا او نباتا .

(٣) الطحلب Algae وهى نباتات خضراء أصغرها مكون من خلية واحدة وأكبرها يشبه الأشجار مثل اللامناريا . وقادرة على تكوين المادة العضوية من الكربون الجوى أو المذاب فى الماء بمادة الكلوروفيل التى توجد فى خلاياها .

(٤) النباتات الأشينية Lichens وهى نباتات مكونة من طحالب خضراء وفطريات عائشة مع بعضها معيشة المعاشرة فيمد الفطر الطحلب بالمادة المعدنية ويعطى الطحلب الفطر المادة العضوية التى يجهزها من الجو بمادته الخضراء .

(١) الفطر Fungi

الفطر نباتات تتكون من خيوط دقيقة خالية من الكلوروفيل يقال لها هيفات وهذه الهيفات يتشابك بعضها مع بعض لتكون منها الميسليوم Mycelium .

الفطر غير قادر على تجهيز غذائه بنفسه ولذلك يعتمد على غيره من الكائنات لتغذيته . وهى إما أن تأخذ غذاءها من كائنات حية ويقال لها فطريات طفيلية

واما أن تتطفل على كائنات ميتة ويقال لها فطريات رمية Parasitic fungi Saprophytic fungi وقـد يعيش مع غيره من النباتات معيشة المعاشرة Symbiosis فيأخذ منها المادة العضوية ويعطيها المواد المعدنية كما فى بعض نباتات الأركدز Orchids والنباتات الأشنية Lichens

وأقسام الفطر المشهورة هى : —

أولا — الفيكوميسيتس Phycomycetes

هى فطريات دنيئة لها هيفات غير مقسمة بحواجز وتشتمل على كثير من النوى Multinucleate

ثانيا — الفطريات الراقية Higher Fungi

ولها هيفات مقسمة بحواجز عرضية كل خلية يوجد لها نواة أو نواتان ويدخل تحت هذا القسم ما يأتى :

١ — الفطريات الزقية Ascomycetes وتمتاز بأن جراثيمها تتولد فى كيس يقال له زق Ascus

٢ — الفطريات البازيدية Basidiomycetes وتمتاز بأن جراثيمها لا توجد فى كيس بل توجد على حوامل

أولا — الفيكوميسيتس Phycomycetes

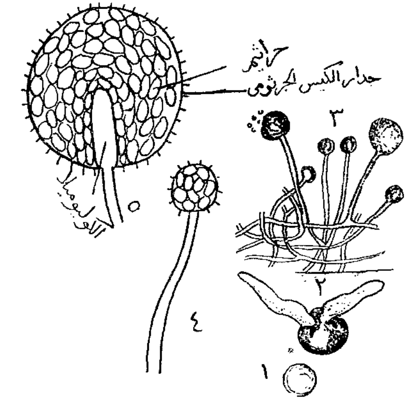
ريزوبس نجركانز Rhizopus nigricans

يعرف هذا الفطر بالعفن الأسود ويشاهد على الخبز وروث الخيل والمواد العضوية الأخرى وعلى لوز القطن المخترقة بدودة اللوز وهيفات هذا الفطر بسيطة أو متفرعة عديمة الحواجز ومشتملة على نوى وحويصلات عديدة. ولكل خصلة عدد من الهيفات القصيرة المتفرعة Rhizoids الشبيهة بالجذيرات لامتصاص الغذاء

ولهذا الفطر طريقتان للتكاثر وهما :

١ — التكاثر اللاتزاوجى Asexual Reproduction

توجـد لهذا الفطر هيفات هوائية يقال لها حوامل أسبورنجية Sporangiophore تحمل أكياسا جرثومية Sporangia تتولد داخلها جراثيم كونيدية . وعند ما تبلغ هذه الجراثيم نهاية عمرها ينفجر جدار الكيس وتنتشر الجراثيم سابحة فى الهواء ثم تسقط على المزرعة المناسبة وتنمو شكل ١٤١



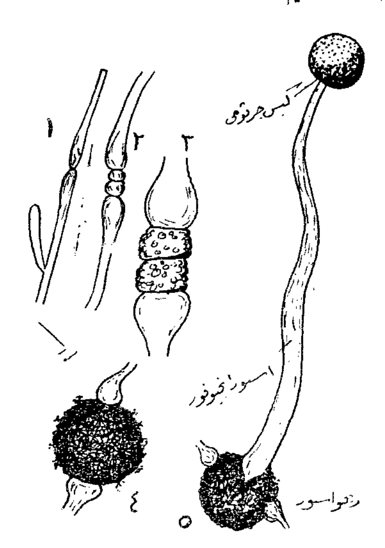
شكل ١٤١ — التكاثر اللاتزاوجى

(١) الجرثومة (٢) ابتداء نمو الجرثومة (٣) هيفات تحمل أكياس جرثومية (٤) هيفا تحمل كيس جرثومى (٥) كيس جرثومى مكبر

٢ — التكاثر التزاوجى Sexual Reproduction

إن هذا الفطر فى حالة عدم توفر الغذاء يلجأ إلى تكوين جراثيم كامنة يقال لها زيجوسبور Zygospore وذلك بأن يلتصق طرفا هيفتين متجاورتين وينفصل جزء من محتويات كل منهما بحاجز ثم يتلاشى الحاجز الموجود فى نقطة الالتصاق فيمتزج بروتوبلازم كل منهما بعضه ببعض . ويتضخم ويتكون له جدار خلوى ثخين خشن يغطى سطحه بنتوءات

وعند ما يلائم الجوالزيجوسبور ينمو معطيا هيفا (حامل اسبورنجى) تنتهى باسبورانجيوم ممتلئة بجراثيم كونيدية شكل ١٤٢



شكل ١٤٢ ـ التكاثر التزاوجى

(١) ابتداء اتصال الهيفتين (٢) انفصال طرفى الهيفتين (٣) كبر الطرفين اكثر (٤) امتزاج محتويات الطرفين وتكون الزيجوسبور (٥) نمو الزيجوسبور وتكون الكيس الجرثومى

وتزاوج الهيفات لا يحدث فى أغلب الأنواع إلا بين هيفتين لنسلين مختلفين من الوجهة الفسيولوجية وإن لم توجد بينهما فوارق مورفوليجية ظاهرة فيقال لأحداهما هيفاموجبة (+) والأخرى سالبة (—)

سيستوبس كانديدوس Cystopus Candidus

لو عملنا قطاعا عرضيا فى نبات مصاب بهذا الفطر نلاحظ هيفاته متشعبة فى

المسافات البينية Intercellular spaces ويرسل منها إلى داخل الخلايا ممصات متفرعه لتمتص من العائل الغذاء اللازم لها

هذا الفطر يتطفل على كثير من نباتات العائلة الصليبية فيشاهد على الأوراق غالبا وعلى السوق والثمار وأحيانا تسبب بثرات بيضاء أو صفراء شاحبة لامعة كالصينى فى أول الأمر على سطوح الأوراق العليا أو على السوق

ويتكاثر هذا الفطر بطريقتين هما :

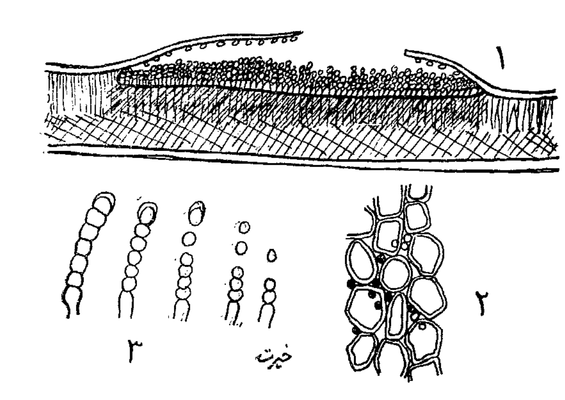
١ — التكاثر اللاتزاوجى Asexual Reproduction

لا تلبث هيفات الفطر طويلا حتى تتجمع تحت البشرة فى أفرع موازية لها فتضغط على البشرة وتشققها ويظهر مرض الصدأ وتنتفخ أطراف الهيفات مفصولة عن باقيها بإنقباضات مكونة سلسلة من الجراثيم الكونيدية أكبرها سنا وحجما هو الموجود فى القمة

وعند ما تبلغ الجراثيم نهاية عمرها ينفصل بعضها عن بعض وتسبح فى الهواء مدة لمسافة بضعة أمتار قبل أن تصل الأرض فإذا هطل المطر أو كان الجو مندى بغزارة تسقط الجراثيم الكونيدية على الأرض وتنقسم محتوياته إلى عدة جراثيم هدبية Zoospores كل منها يعوم بهدبيه مع العلم بأن كثيرا من هـذه الجراثيم الأخيرة تموت قبل أن تصل إلى العائل الخاص . وعند ما تصل إلى بادرة أى نبات من العائلة الصليبية تستريح برهة ثم ترسل هيفاتها بين الخلايا ويتفرع منها ممصات تخترق الخلايا ذاتها لتمتص الغذاء وتتكاثر الهيفات أسفل البشرة وتتكون الجراثيم الكونيدية وهكذا يظهر مرض الصدأ على السطح الخارجى للنبات شكل ١٤٣

٢ — التكاثر التزاوجى Sexual Reproduction

يعطى فطر السيستوبس Cystopus أعضاء ذكرية Antheridia وأعضاء أنثية oogonia فى مدة تزهير النبات لأن الغذاء فى هذا الوقت يكون غير كاف للفطر فتتحد إحدى الجميطات الذكرية بالبيضة ويتكون من ذلك جرثومة يقال لها oospore وهى جراثيم بيضية ذات نتوءات وهذه تنمو فى الوقت المناسب على النباتات الخاصة وتحدث الإصابة فيها .



شكل ١٤٣ ـ السيستوبس متطفل على ورقة

(١) البشرة ممزقة والجراثيم فى سلاسل (٢) الفطر بين الخلايا ومرسل ممصاته فيها
(٣) الجراثيم فى سلاسل أكبرها عند القمة

ثانيا ـ الفطريات الراقية Higher Fungi

(ا) الفطريات الزقية Ascomycetes

سفيروثيكاپانوزا Sphaerotheca pannosa

يسبب مرض البياض الدقيق فى الورد بمصر فيغطى ميسيليومه الأوراق ولاسيما من الجهة السفلى والأغصان ويشاهد على هيئة مسحوق دقيق أبيض خفيف ويرسل ممصات متشعبة تخترق خلايا البشرة من دون أن تمتد إلى الأنسجة الداخلية التى تحتها وهو ضار بالأعضاء الصغيرة على الخصوص ويعطل نمو البراعم الزهرية والأوراق ويسبب تجعدها ثم ذبولها وتنفصل أثناء طور نمو الفطر صفوف أفقية من الجراثيم الكونيدية عن الحوامل الجرثومية القصيرة فيتفشى بسببها المرض.

الخمـــيرة Yeast

نبات الخميرة يتركب من خلايا منفردة وقد يتصل بعضها ببعض مكونة سلسلة قصيرة

وتوجد طريقتان لتكاثر الخميرة وهما :

١ ـ التكاثر بالتبرعم Budding

الخميرة تتكاثر بالتبرعم أى أن كل خلية تنقسم وتعطى خلية بنوية وهذه بدورها تنقسم . وهكذا إلى أن تتكون سلسلة من الخلايا

٢ ـ التكاثر التزاوجى Sexual Reproduction

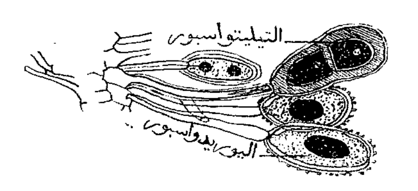
قد يبقى نبات الخميرة فى دوركمون لمدة وفى أثناء هذه المدة تنقسم محتويات الخلية إلى ٢ أو ٤ أجزاء كل منها يحيط نفسه بجدار ثخين ـ فهذه الخلايا الناشئة قد يتزاوج بعضها مع البعض

ب ـ قسم البازيديوميسيتز Basidiomycetes

مرض الصدأ Puccinia

تظهر إصابة نباتات القمح فى أول الأمر بهذا المرض على أغماد الأوراق وقت ظهور العائل ثم تمتد إلى أنصال الأوراق فتكون بثرات خيطية يوريدية حمراء مصفرة تكون مغطاة ببشرة الورقة فى بدء الأمر ثم تتمزق البشرة لنمو ميسليوم الفطر وتنفرد الجراثيم اليوريدية وهى بيضية الشكل صفراء من الوسط ومكونة من خلية واحدة جدارها شفاف ولها حامل طويل وأشواك ضئيلة تساعدها على الإلتصاق بسطوح الأجزاء النباتية التى تتساقط عليها وتشاهد فى جدارها أربعة مواضع رقيقة فى دائرتها تسمى بالثقوب الجرثومية Germ pores لأنها مواضع الانبات شكل ١٤٤

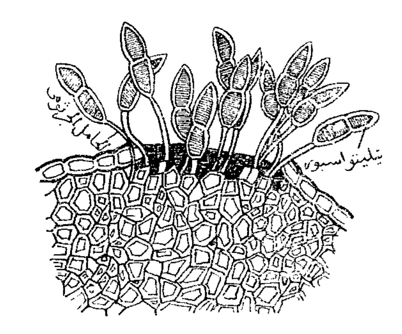
هذه الجراثيم اليوريدية تتطاير فى الهواء ثم تسقط على أوراق القمح وسوقه وسنابله مرة ثانية وتلتصق بها وتنمو الجرثومة فى الوسط المناسب من رطوبة وغيرها وتعطى هيفا تمر من الثغور stomata ثم تتطرق إلى داخل النبات وتتشعب



شكل ١٤٤-لاحظ شكل الجرثومة اليوريدية والتيلوتية

بين الخلايا وترسل ممصات إلى داخلها لامتصاص الغذاء منها ثم يعطى الميسليوم جملة حوامل جرثومية تحمل فى نهايتها جراثيم يوريدية كالأولى وهذه تكون بثرات تمزق بنموها بشرة النبات وتنتشر فى الهواء وتحدث الإصابة كما سبق .

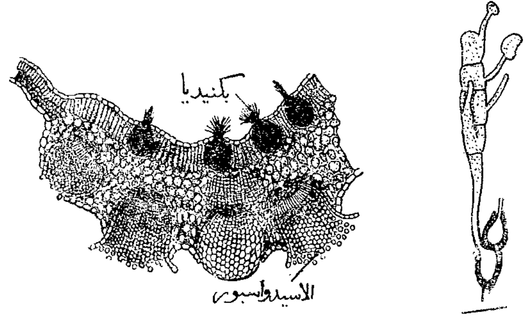
وفى نهاية ابريل تسقط الجراثيم اليوريدية على النبات وتحدث بثرات سوداء تشتمل على نوع آخر من الجراثيم يقال له الجراثيم التيلوتية شكل ١٤٥ بيضية



شكل ١٤٥

الشكل مكونة من خليتين مسطحتين فى موضع اتصالها وجدارها ثخين وخاصة فى القمة ولها حامل طويل وهذه الجرثومة تكمن عدة شهور وبعدذلك تنبت لتكون كل خلية منها بروميسليوم مكونا من أربع خلايا كل خلية تعطى جرثومة بازيدية Basidiospore شكل ١٤٦

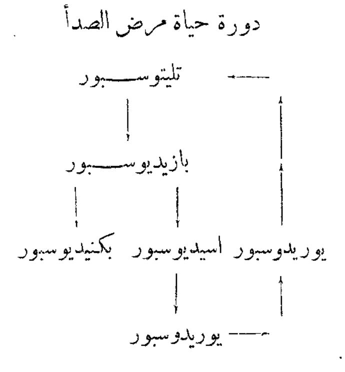
والجراثيم البازيدية لا تصيب القمح ولا تنبت عليه وتصيب نبات البربيرس وتعطى الجراثيم الأسيدية على السطح السفلى للورقة والجراثيم البكنيدية على السطح العلوى للورقة والجراثيم الأسيدية تكون موجودة فى سلاسل شكل ١٤٧ وعند



شكل ١٤٧ شكل ١٤٦

سقوطها على نبات القمح تنمو وتكون البثرات اليوريدية الأولى وبذلك يعيد المرض سيرته الأولى

دورة حياة مرض الصدأ



عيش الغراب Agaricus Mushroom

وهو خير مثال لقسم البازيديوميسيتز يعيش نبات عيش الغراب فى الأوساط الدوبالية وقد تكون هيفاتها دقيقة جداخيطية ومقسمة ولونها إما أبيض أوأصفر أو أسمر وخلايا هذه الهيفات تشتمل على نواتين Binucleate وهى متداخلة فى بعضها وتكون ميسيليوم أثخن وأخشن من الفطريات الأخرى وأما الجزء العلوى الذى يؤكل ويظهر فوق سطح الأرض هو الجسم الجرثومى من الفطر فيظهر كالانتفاخ على الميسيليوم الأرضى مشتملا على هيفات متداخلة فى بعضها البعض كثيراً وبعد قليل يتسع سطحه العلوى تدريجيا

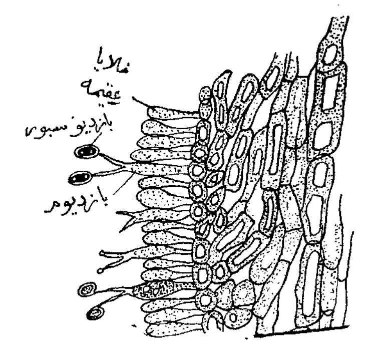
وعند مايبلغ الجسم الجرثومى نهاية عمره يلاحظ عليه أنه يتركب من الأجزاء الآتية العنق stalk or stipe والرأس Pileus التى يتفرع فيها إلى أسفل كثير من الصفائح Gills التى تحمل الجراثيم البازيدية Basidiospore وأسفل هذه الرأس يحاط العنق بغشاء يقال له الطوق Annulus الذى كان فى مبدأ تكون الجسم الجرثومى عبارة عن نمو دائرى لحافة الرأس ملتصق بالعنق ليحفظ الصفائح فى مبدأ تكونها من المؤثرات الخارجية شكل ١٤٨

إذا عملنا قطاعا عموديا فى الرأس لرأينا أن كل صفيحة مركزها يتكون من هيفات مرتبة ترتيبا طوليا وهذه تتفرع منها إلى الخارج هيفات تشبه الخلايا



شكل ١٤٨ — نبات عيش الغراب الصغير والكبير

العمادية وبعدها توجد خلايا مستديرة تنمو منها خلايا إما عقيمة وإما تنمو منها زائدتان أو أربع تنتهى كل منها بجرثومة شكل ١٤٩ وعند ما يكمل نمو الجراثيم فإن الخلايا العقيمة قد تساعد فى انتشار الجراثيم فى الهواء وبعد ذلك تسقط على الأرض وتعيد حياة النبات ثانياً .



شكل ١٤٩ — قطاع فى صفيحة Gill (لاحظ تركيبها)

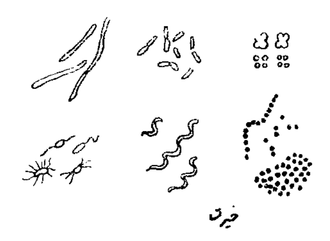
(٢) البكتيريا Bacteria

كان المعروف لدى العلماء أن البكتيريا تتولد من ذاتها فى الأجسام العضوية واستمر الأمر كذلك إلى أن ظهر العالم الفرنسى Louis Pasteur بنظريته التى أثبت فيها أن البكتيريا لا تتكون فى الأجسام المعقمة المحفوظة فى أوان محكمة القفل . ومن هنا عرف أن البكتيريا لها أصل وتتوالد وتتكاثر وتعيش وتحيا ككل الكائنات الحية .

تتركب كل بكتيريا من خلية واحدة لها جدار رقيق Thin cell wall يوجد بداخله البروتوبلازم وليس لها نواة واضحة ولبعض أنواع البكتيريا أهداب رفيعة توجد منفردة أو متجمعة تتحرك فى السائل الذى تعيش فيه بينما البعض الآخر يتحرك بالتواء جسمه كما تفعل الثعابين

والبكتيريا صغيرة جدا حتى أن حجم الخلية منها يبلغ نحو ١/١٠٠ من المليمتر وهناك أنواع أخرى أصغر حجما من ذلك حتى لا يمكن رؤيتها بالميكروسكوب والبكتيريا خالية من الكلوروفيل وتعيش على أجسام الحيوان. أو النبات سواء كانت حية وتسمى فى هذه الحالة بكتيريا طفيلية Parasitic Bacteria أو ميتة وتسمى بكتيريا رمية Saprophytic B. مع أن كثيراً من أنواع البكتيريا يمكن أن يعيش على مواد غير عضوية وبالاجمال يمكن القول أن البكتيريا تأخذ غذاءها على هيئة سائل أو غاز فمن هذا الوجهة اعتبرت نباتا لا حيوانا . والبكتيريا وجراثيمها صغيرة جداً يمكن حملها وانتشارها فى الهواء فهى كثيرة الوجود فى الهواء وفى ذرات التراب وفى مياه الأنهار والبرك وعلى أسطح الأجسام وفى التربة الأرضية ولذلك يلاحظ أن الأجسام الميتة العضوية تتحلل إن آجلا أو عاجلا وذلك لأن البكتيريا تتغذى من هذه الأجسام وتحللها .

والبكتيريا لها أشكال كثيرة منها (١) الكرى Coccus (٢) والعصوى Rod-like (٣) والحلزونى spirellum وتتحرك العصوية والحلزونية بأهدابها Cilia التى تكون على أحد طرفيها أو عليهما معا شكل ١٥٠



شكل ١٥٠ - البكتيريا لاحظ أشكالها

والبكتيريا إما نافعة وإما ضارة :

١ — البكتيريا النافعة Useful bacteria

وهى بكتيريا التأزت التى تؤثر على النشادر وتحوله إلى حمض الازوتوز وهذا

يتأكسد ويتحول إلى حمض الازوتيك حيث يكون صالحا للاتحاد ببعض المعادن الأرضية ويتكون منه أملاح الازوتات القابلة للذوبان والامتصاص بشعيرات الجذر فيتغذى منه النبات لأن عنصر الازوت من أهم العناصر المكونة لبروتوبلازم الخلية الحى .

والبكتيريا العقدية تصيب الشعيرات الجذرية لنباتات العائلة البقلية مثل الفول والترمس وتأخذ فى الانقسام والتكاثر داخل هذه الشعيرات الجذرية ثم تنقل إلى خلايا القشرة وتتكاثر فيها أيضا وتحدث بها انتفاخات Tubercles كثيرة تبرز للخارج وتكون ما يعرف بالعقد . ومن هذا أخذ اسمها (البكتيريا العقدية) وهى تعيش مع النبات معيشة المعاشرة أو (تبادل المنفعة) Symbiosis إذ تأخذ من النبات المواد العضوية المجهزة من الجو والتربة بأوراقه وجذوره وتمده بالمادة الأزوتية حيث أنها تثبت الأزوت الجوى وبعد موتها يتغذى عليها النبات .

٢ — البكتيريا الضارة Harmful bacteria

وهى التى تصيب الجهاز الهضمى مثل بكتيريا التيفويد والكولرة التى تخرج فى الغائط وتنتقل من المريض إلى السليم بواسطة الذباب ذلك أن الذبابة تقع على براز المريض فتنقل منه العدوى وتوصلها إلى الطعام فيأكل منه الأصحاء فيصابون بالمرض وهكذا .

وتتكاثر البكتيريا بطرق منها :

١ — التكاثر الخضرى Vegetative Multiplication

الطريقة الخاصة بتكاثر الكائنات الحية ذات الخلية الواحدة هى الانقسام البسيط simple fission حيث يظهر حز Constriction فى وسط الخلية ويأخذ فى التعمق إلى أن تنقسم الخلية خليتين وهكذا والخلايا الناتجة إما أن تنفصل وتسبح فى الوسط Substratum منفردة وإما أن تبقى متصلة فى حالة مجاميع .

يحدث الانقسام بسرعة إلى أن تبلغ نموها النهائى فى أقل من نصف ساعة ويبدأ انقسام آخر حتى إنه فى مدة ٢٤ ساعة تعطى خلية بكتيرية واحدة نحو ١٧ مليون كائن حى آخر .

٢ — التكاثر بالجراثيم Spore Reproduction

وفى الأحوال الغير مناسبة لحياة البكتيريا لقلة الغذاء أو تغيير الأجواء يلاحظ أن الجرثومة تكبر فى الحجم وتحيط نفسها بجدار ثخين فيمكنها أن تقاوم الجفاف والحرارة والبرودة وقلة الغذاء لمدة كبيرة وعند تحسن الظروف ثانياً ترجع البكتيريا إلى نشاطها المعتاد فيزول الجدار الثخين وتنشط الخلية ثانياً .

٣ — التكاثر بالكونيديا Conidia Reproduction

وأما البكتيريا الراقية فتتكاثر بالجراثيم الكونيدية وهى عبارة عن جرثومة خيطية Filamentous organisms ذات غلاف غروى وتكون عادة متصلة بالوسط الذى تعيش فيه بأحد طرفيها وتتبرعم budding من الطرف الثانى ثم تنطلق الجرثومة وتسبح إلى أن تجد وسطاً مناسبا لها فتشتبك به ثم تتكاثر بطريقة التبرعم السالفة الذكر وهكذا إلى أن تحصل العدوى . وهذه الجرثومة لا تقدر أن تقاوم الأحوال الشديدة من قله الغذاء وغيره إذ لا يوجد لها جدار ثخين كما هو الحال فى البكتيريا الدنيئة .

التعقيم Sterilization

الخلايا البكتيرية الخضرية تقاوم البرودة إلى درجة كبيرة ويحتمل الكثير منها أن يعيش فى الهواء السائل (أى فى درجة ١٩٠° سنتيجراد تحت الصفر) ولكنها لا تحتمل الحرارة المرتفعة فيموت معظمها عند درجة ٥٥° سنتيجراد

أما الجراثيم التى تحاط بأغلفة فانها تقاوم البرودة و الحرارة بمقدار أكبر ولذا فإنه إذا أريد تعقيم جسم من الأجسام فإنه يجب أن يسخن إلى درجة حرارة مرتفعة ١٨٠° سنتيجراد لمدة ١٠ دقائق .

وعند تعقيم السوائل يجب أن تغلى فى أوان محكمة السد بالقطن كى تقتل الجراثيم الموجودة داخل السائل وتمنع السداد القطنية دخول جراثيم وخلايا بكتيرية جديدة إلا أن بعض الجراثيم قد يبقى حيا حتى بعد غلى السائل فإذا أردنا قتل هذه الجراثيم نرفع درجة حرارة السائل ١١٥° سنتيجراد تحت ضغط لمدة ١٠ دقائق .

أما السوائل التى يخشى فسادها من الغليان فترفع درجة حرارتها إلى درجة قريبة من الغليان ثم تبرد بعد ذلك ثم يعاد تسخينها وتبريدها عدة مرات فتموت الخلايا البكتيرية الخضرية أثناء هذه العملية وتبقى الجراثيم لقدرتها على المقاومة ولكنها عند التبريد تحت حرارة مناسبة تنمو وتتحول إلى خلايا بكتيرية خضرية ويسهل قتلها بمعاودة التسخين والتبريد عدة مرات .

وهذه هى الطريقة المتبعة فى حفظ اللحوم والسمك والخضروات والفاكهة وإذا حفظت هذه المواد فى أوان محكمة القفل فانها تبقى مدة طويلة من غير أن تفسد .

(٣) الطحلب Algae

الطحالب نباتات ثالوثية بعضها يتركب من خلية واحدة كما فى نبات Chlamydomonas وبعضها يتركب من نبات كبير يشبه الشجر مثل اللامناريا Laminaria وقد يوجد لبعض الطحالب زوائد تشبه الأوراق والسوق كما فى كثير من الطحالب الحمراء Rhodophyceae والطحالب البنية Phaeophyceae وأعضاء الامتصاص والتثبيت إذا وجدت تكون على حالة سلسلة من الخلايا يقال لها ريزويدز Rhizoids .

وتحتوى خلايا الطحالب على المادة الخضراء فيمكنها أن تجهز غذاءها من الجو بنفسها وهى تعيش فى الماء الملح والماء العذب والأمكنة الرطبة وعلى الصخور والحيطان وفى المستنقعات وقلما تنمو على جذوع الأشجار والتربة .

والطحالب البحرية تكون أهم جزء فى غذاء الأسماك وكثير منها يستعمل فى الطب ويستخرج منها اليود والبوتاسا وتتكون منها الصخور المرجانية والصخور الجيرية .

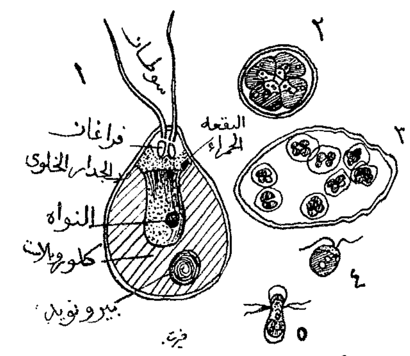
الطحالب الخضراء Chlorophyceae

معظم نباتات هذا القسم يعيش على سطح الماء وتكسوه حلة خضراء سندسية وقد تثبت على الصخور الموجودة على ضفاف البحار .

ويتركب جسمها من خلية واحدة أو مستعمرة من الخلايا أو من شريط متفرع وغير متفرع .

١ — كلاميدوموناس Chlamydomonas

هذا النبات عبارة عن خلية واحدة بيضية أو مستديرة تقوم بجميع وظائف النبات من تكاثر وتنفس وإفراز وتمثيل كلوروفيلي وغير ذلك من الوظائف وتحد هذه الخلية من الخارج بجدار خلوى رقيق Thin cell wall مبطن من الداخل بطبقة من السيتوبلازم ويوجد فى مقدمتها زائدة تشبه المنقار عديمة اللون Light colourless popillae وعلى جانبى المنقار يوجد لها سوطان 2 Cilia يستعملان فى الحركة وأما داخلها فيتركب من كلوروبلاست تشبه الفنجال Cup - shaped Chloroplast ينغمس فيها البيرونويد Pyrenoid وهو مركز تكوين النشا وقاع هذا الفنجان يشتمل على النواه Nucleus وعند الطرف الضيق يلاحظ وجود نقطة حمراء Red eye spot (Stigma) بها يدنو النبات من الأشياء ويبعد عنها . وكذلك توجد فجوتان 2 Contractile Vacuoles على جانبى المنقار من الداخل تنقبضان وتنبسطان لاخراج الفضلات .



شكل ١٥١ - شكل نبات الكلاميدوموناس

(١) النبات الكامل (٢) و (٣) انقسام محتويات الخلية الى خلايا لتكون Palmella stage (٤) جرثومة (٥) تزاوج جميطتين

ويتكاثر النبات بالطرق الآتية :

١ — التكاثر اللاتزاوجى Asexual Reproduction

يتكاثر النبات بالجراثيم Spores إذ تنقسم محتويات الخلية الأمية Mother cell إلى قسمين ثم إلى أربعة ثم إلى ثمانية ثم إلى ١٦ وكل من هذه الأقسام يصبح جرثومة متحركة Swarm spores وعند ما يكمل نموها يتمزق الجدار الخلوى الرقيق وتخرج الجراثيم سابحة فى الماء وكل منها يكون نباتا حيا من جديد .

٢ — التكاثر التزاوجى Sexual Reproduction

والتكاثر التزاوجى ينتج من أن محتويات الخلية تنقسم إلى جميطات متشابهة صغيرة عديدة كل منها لها هدبان فعند ما تنفلت من الأم يلتصق كل اثنين منها بمقدمتيهما ثم تتحد محتوياتهما وتكونان الزيجوت .

وبعض العلماء مثل جوروشانكن Goroschankin يقولون إنه بعد انقسام محتويات الخلية الأمية تبقى واحدة منها كبيرة فى الحجم نسبيا وخالية من الأهداب وتعتبر بيضة Egg أما باقى الخلايا فانها تنقسم عدة انقسامات لتكون عددا كبيرا من الجميطات الذكرية لكل منها سوطان وعند خروجها من الخلية الأمية تسبح الجميطات المذكرة إلى حيث توجد البيضة وتلتف حولها ثم تخترق جدار البيضة واحدة منها وتتحد النواتان الذكرية والأنثية معا ليكونا الزيجوت .

٣ — التكاثر بالانقسام Palmella stage

وفى ظروف خاصة تفقد الكلاميدوموناس أسواطها وتحاط بجدار جيلاتينى وتبدأ محتوياتها فى الانقسام وتبقى هكذا إلى أن تتهيأ لها الظروف المناسبة فتخرج الخلايا البنوية وتنمو لها أسواط ويصير كل منها نباتا جديداً

٢ — باندورينا Pandorina

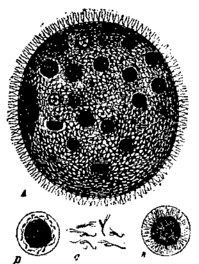
هذا النبات الطحلبى يمتاز عن نبات الكلاميدوموناس بأنه مكون من خلايا متشابهة مجتمعة بعضها مع بعض مكونة مستعمرة Colony وكل خلية تشبه فى تركيبها نبات الكلاميدوموناس والطرف العريض للخلايا يتجه إلى خارج المستعمرة

٣ — الفولفوكس Volvox

ارتقى النبات الطحلبي أكثر حتى ان مستعمرة نبات الفولفوكس الكرية الشكل تشتمل على أربعة أنواع من الخلايا المتباينة فى الشكل والوظيفة . شكل ١٥٢ كما يأتى :

١ — الخلايا الجسمانية Somatic cells

هذه الخلايا صغيرة جدا نسبيا ولها سوطان وتوجد على سطح الكرة الداخلى وبها تتحرك المستعمرة من مكان لآخر.



شكل ١٥٢ ـ نبات الفولفوكس

لاحظ تركيب المستعمرة ولاحظ أسفل المستعمرة الانثيروديا المشتملة على الجميطات المذكرة والاوجونيا المشتملة على البيضة المحوطة بجميطات مذكرة

٢ — الخلايا البكرية Parthenogonidia

كل من هذه الخلايا كرية الشكل تشبه المستعمرة الأمية ومحتوياتها تنقسم عدة انقسامات لتكون مستعمرة من جديد داخل المستعمرة الأمية

٣ — عضو التذكير Antheridium

وهذه الخلايا الذكرية تنقسم محتوياتها إلى عدد من الجميطات الذكرية كل جاميطة لها أهداب تساعدها فى العوم إلى حيث توجد البيضة الأنثية وهناك تندمج إحدى هذه الجميطات الذكرية فى البيضة ويتكون الزيجوت

٤ — عضو التأنيث Oogonium

وهى خلية كبيرة بيضية الشكل وتوجد بها نواة واحدة هى البيضة Egg

٤ — فوشيريا Vaucheria

يعيش النبات فى التربة الرطبة ويظهر جلياً فى الشتاء والربيع لأن الجو يكون موافقا لنموه ويتركب من أنبوبة شريطية الشكل متفرعة ومثبتة فى الوسط الذى تعيش فيه بشعيرات تمتص لها الغذاء من التربة شكل ١٥٣

شكل ١٥٤ ـ نبات الفوشيريا

(١) نبات كامل (٢) زوسبور (٣) زوسبور ساكن (٤) زوسبور ابتدأ النمو

والأنبوبة الشريطية وحيدة الخلية إلا فى أحوال قليلة يلاحظ أن الشريط ينقسم بحاجز فى موضع الاصابة وكذلك عند موضع تكون أعضاء التأنيث وأعضاء التذكير تنفصل الأنبوبة الشريطية بحاجز عن هذه الأعضاء .

والأنبوبة الشريطية تحد من الخارج بجدار خلوى مبطن من الداخل بطبقة من السيتوبلازم وأما وسط الأنبوبة الشريطية فهو عبارة عن فجوة Vacuole ممتلئة بعصير خلوى Cell sap والكلوربلاستيدات الخضراء الكثيرة والذرات الزيتية الكثيرة أيضاً تكون فى الجزء الخارجى من السيتوبلازم وأما النويات الكثيرة Nuclei فتوجد فى طبقة السيتوبلازم التى تلى الكلوروبلاستيدات من الداخل

يتوالد نبات الفوشيريا بطريقتين كما يأتى :

التوالد اللاتزاوجى Asexual Reproduction

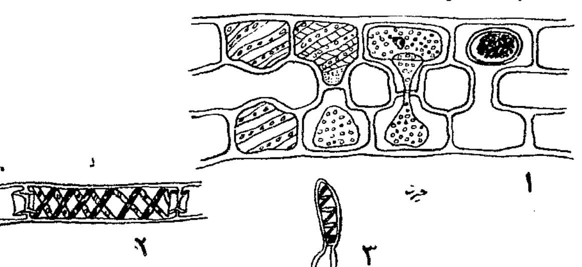
وعند مبدأ تكون الزوسبور Zoospore تجمع المادة البروتوبلازمية فى نهاية الفرع وتنفصل عنه بحاجز ويحدث بها انتفاخ مكون كيسا جرثوميا ممتلئاً بالجراثيم وعند ما يكمل نمو الزوسبور ينفجر الكيس الجرثومى ويخرج الزوسبور والزوسبور ذو حجم كبير حتى يمكن رؤيته بالعين ومغطى بأهداب ويحتوى على كثير من الكلورو بلاستيدات والنويات . وهذه الجرثومة بعد أن تتحرك قليلا تفرز جدار سليولوزى Cellulose Wall يحيط بها وتبقى ساكنة إلى أن تتهيأ لها الظروف المناسبة فتكون نباتا من جديد

التوالد التزاوجي Sexual Reproduction

وعضوا التذكير Antheridium والتأنيث Oogonium ينموان كنتوء من نفس الأنبوبة أو من فروعها . فالأول يشتمل على كثير من الكلوروبلاستيدات في قاعدته وكثير من النويات التي ينمو كل منها إلى جاميطة مذكرة وفي نهاية تكون الجميطات ينفجر جدار عضو التذكير وتخرج الجميطات وتلتف حول عضو التأنيث ولكن جاميطة واحدة فقط هي التي تخترق عضو التأنيث وتحدث التلقيح والأخصاب في البيضة ويتكون فيما بعد ذلك جرثومة تسمى أوسبور Oospore وأما الثاني فهو عضو التأنيث الذي يشتمل في بدء الأمر على كثير من الكلوروبلاستيدات وكثير من النويات ولكن جميع النويات تخرج منه إلا واحدة تبقى وتكون البيضة Oosphere

٥ — اسبيروجيرا Spirogyra

هذا النبات الطحلبي يتكون من شريط من الخلايا مقسم بحواجز عرضية إلى عدة خلايا ويوجد في ماء البرك والمستنقعات . وكل خلية محوطة بجدار خلوي مبطن من الداخل بطبقة من السيتوبلازم وتشتمل على خيط أو اثنين أو ثلاثة من الكلوروبلاستيدات الملتفة التفافاً لولبياً ويوجد كثير من البيرونويدز Pyrenoids منغمسة في الكلوروبلاستيدات . والنواة عادة معلقة بخيوط سيتوبلازمية في جانب من الخلية أو في وسطها .

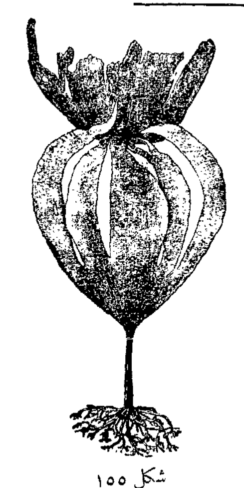


شكل ١٥٤ ـ نبات الاسبيروجيرا . (١) شريطان متوازيان في حالة تزاوج (٢) لاحظ تركيب الشريط (٣) جرثومة في مبدأ نموها

التوالد التزاوجي Sexual Reproduction

يتوازى شريطان من النبات ومن كل منهما ينمو نتوء شيئاً فشيئاً حتى يتقابلا ويتصلا ببعض ثم يزول الحاجز بينهما وتندمج محتويات أحدهما في الآخر فيصبح أحدهما خاليا من كل محتويات الخلية ويعتبر ذكرا وأما الخلية الثانية التي يتكون فيها الزيجوت فتعتبر انثية .

٢ — الطحالب البنية Phaeophyceae (Brown Algae)



شكل ١٥٥
نبات اللامناريا

هذا القسم من الطحلب تتركب أفراده من خلية واحدة مثل دياتومز Diatoms أو من نباتات كبيرة لها ما يشبه السوق والأوراق والجذور مثل اللامناريا Laminaria شكل ١٥٥ والفيوكس Fucus وتعيش نباتات هذا القسم طافية على وجه الماء مع الطحالب الخضراء أو أسفل سطح الماء بقليل وفي الغالب تكون مثبتة بريزويدز Rhizoids في الصخور التي في مستوى ماء الجزر فتتعرض للضوء مدة انحسار الماء ويمكنها أن تمثل الكربون الجوي بالمادة الخضراء التي توجد في خلاياها .

ومع أن هذه النباتات تشتمل على المادة الخضراء في خلاياها فانها تبدو بلون بني ذلك لوجود المادة البنية بكثرة في الخلايا التي تتغلب على اللون الأخضر

فوائدها : —

نباتات الدياتومز بعد موتها ترسب هياكلها وتتكون منها طبقات سيليسية واللامناريا يستخرج منها كثير من اليود وكذلك تستعمل سوقها في تفثيم المجاري الطبيعية . وتستخرج البوتاسا من أفراد أخرى .

٣ – الطحالب الحمراء Rhodophyceae (Red Algae)

نباتات هذا القسم تتركب من خيوط أو نباتات كبيرة شكل ١٥٦ وهى تنمو فى البحار على أعماق كبيرة



شكل ١٥٦ - نبات الكوندروس Chondrus

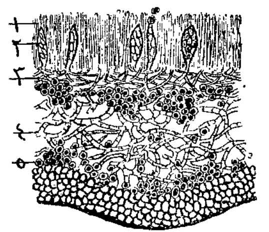
ومن أمثلة ذلك كثير وهى نبات كوندرس Chondrus ونبات جيجارتينا Gigartina أما نبات السرجاسوم فقد أخذ اسمه من اسم البحر سرجاسو الموجود فى المحيط الأطلسى وهى توجد بتكاثف عظيم يعطل الملاحة فى هذا البحر وكذلك يوجد موزعا فى بعض مواضع مختلفة من البحار الأخرى

والطحالب الحمراء تظهر بهذا اللون رغما عما فيها من المواد الخضراء لاحتوائها على المادة الحمراء .

وبعض الطحالب الحمراء تفرز هيكلا تتكون منها الصخور المرجانية بعد موتها كما يلاحظ ذلك فى البحر الأحمر

(٤) النبات الآشينية Lichens

هى نباتات فطرية من نوع الاسكوميسيتز وفى النادر من البازيديوميسيتز تعيش مع أنواع الطحلب الخضراء أو البنية معيشة المعاشرة Symbiosis شكل ١٥٧ أى أن الطحلب يجهز المواد العضوية من الجو بمادته الخضراء ويمد به الفطر الذى يمتص المادة الغذائية من عائلة ويوصلها للطحلب وهكذا يعيشان من غير أن يضر أحدهما الآخر .



شكل ١٥٧ - قطاع عرضى فى آشين
(١) برافيسس (٢) اسكوسبور
(٣) و (٤) طبقة هيفات
(٥) خلايا طحلبية

والنباتات الآشينية منتشرة فى أنحاء العالم بدرجة عظيمة فهى توجد فى قمم الجبال وفى المناطق الباردة والحارة والمعتدلة - مغطية الأرض والصخور وجذوع الأشجار أو متدلية من الأفرع على شكل عناقيد

وتتشكل النباتات الآشينية بأشكال عدة منها :

١ – الآشين الخيطى Filamentous Lichens

وفيها يلاحظ أن الطحالب الخيطية منسوجة مع هيفات الفطر مثل الأفيب يوبسنس Ephebe pubescens الذى يكسو الصخور الرطبة بطبقة سوداء .

٢ – الآشين الجيلاتينى Gelatinous lichens

وفيها خلايا الطحلب مثل النستك Nostoc تنتفخ مكونة كتلة لزجة غروية وتتقاطع بهيفات الفطر مثل الكوليما Collema

٣ – الآشين المختلفة الأقسام Heteromerous Lichen

ويلاحظ فى هذا القسم أن الهيفات الفطرية تتداخل فى بعضها وتتكاثف وتكون غلافا يحيط بالطحلب ويتميز فى هذا القسم ثلاث أنواع من النباتات الآشينية

ا — الآشين القشرى Crustaceous lichens

النباتات الآشينية تأخذ شكل القشور و تغطى الصخور والأرض التى تخترقها هيفات الفطر لمسافة ما

ب — الأشين الورقى Foliaceous Lichens

هذا النوع له شكل الورقة المفصصة أو المجزأة ويتصل بالوسط الذى يعيش فيه بهيفات تنمو من وسط النبات أو من جميع سطحه السفلى

حـ — الأشين الشَجَراء Fruticose Lichens

يتكون هذا الأشين من أشرطة أو خيوط ثالوثية متفرعة ومتصلة بالوسط بهيفات

التكاثر Propagation

تتكاثر النباتات الأشينية بالجراثيم أو تكاثراً خضريا كما يأتى :

(١) الجراثيم الفطرية تعيش مع جونيديا Gonidia الطحلب الخاص بها معيشة المعاشرة ثم تنمو فى الوسط المناسب إلى نبات جديد

(٢) وقد ينفصل جزء من النبات الأشينى وينمو ويكون نباتا من جديد

(٣) وقد تحدث أيضا أن هيفات الفطر تلتف حول جونيديا الطحلب وتكون مايسمى بالسوريديا Soredia التى تنتشر فى الهواء عند ما يتمزق الأشين ثم تسقط فى الوسط المناسب و تكون نباتا جديداً

٢ - النباتات الحززية Bryophyta

تعيش نباتات هذا القسم فى البقاع الرطبة مثل شواطىء البحار والأنهار وفى البرك وكذلك تنمو فى البقاع الجافة على الصخور والأراضى وجذوع الأشجار وفى هذا الوقت تتشكل اشكال خاصة لتقلل النتح وكذلك يلاحظ وجودها فى الغابات الاستوائية كنباتات حلمية Epiphytes مدلاة من أفرع الأشجار .

وهذا القسم لايتميز عن النباتات الثالوثية إلا بأعضاء التناسل المؤنثة Archegonia والمذكرة Antheridia ولذلك وضع مع النباتات السرخسية تحت اسم الاركيجونيات Archegoniatae

تنقسم النباتات الحززية إلى قسمين وهما : —

(١) ليفرورت Liverwort وهى نباتات منبطحة

(٢) الموسز Mosses وهى نباتات مستقيمة .

وكلا القسمين السابقين يوجد له طور جاميطى Gametophyte يحمل الجاميطات المذكرة والجاميطات المؤنثة وطور جرثومى Sporophyte يحمل الجراثيم .

تكاثر النباتات الحززية Propagationof Bryophyta

تتكاثر هذه النباتات بإحدى ثلاث طرق كما يأتى :

(١) التكاثر الخضرى Vegetative Reproduction

تنمو براعم يقال لها Gemmae من خلايا الثالوث Thallus أو الساق أو الأوراق أو البرتونيما وعند مايكمل نموها النهائى تنفصل منها وفى الوقت المناسب تنمو إلى نبات جديد .

(٢) التكاثر بالجراثيم Spore Reproduction

ينمو الطور الجرثومى متطفلا على الطور الجاميطى وعند ما يكمل نموه تتكون الجراثيم فى أكياس جرثومية تنفجر وتخرج منها الجراثيم تطير فى الهواء ثم تسقط فى التربة المناسبة و تنبت و تعطى الثالوث الذى يحمل الجاميطات المذكرة والمؤنثة مباشرة كما فى الليفرورت .

وأما فى الموسز فان الجراثيم تنمو إلى جسم خيطى يقال له بروتونيما Protonema مقسم بحواجز مائلة إلا خلايا كثيرة مشتملة على المادة الخضراء . وتنمو من البروتونيما شعيرات ماصة Rhizoids تخترق طبقات التربة لتثبيت النبات ولامتصاص الغذاء من ماء وأملاح . وتنمو منه براعم تعطى نباتا هوائيا ويعتبر هذا النبات مع البروتونيما بالطور الجاميطى للموسز.

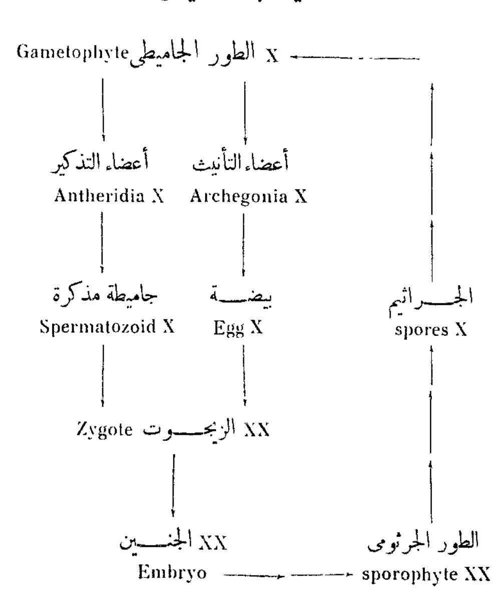
(٣) التكاثر التزاوجى Sexual Reproduction

وفى الطور الجاميطى تظهر الجميطات المؤنثة وتتلقح بالجميطات المذكرة وينتج الزيجوت الذى ينقسم ويعطى الجنين وهذا بدوره يعطى الطور الجرثومى متطفلا

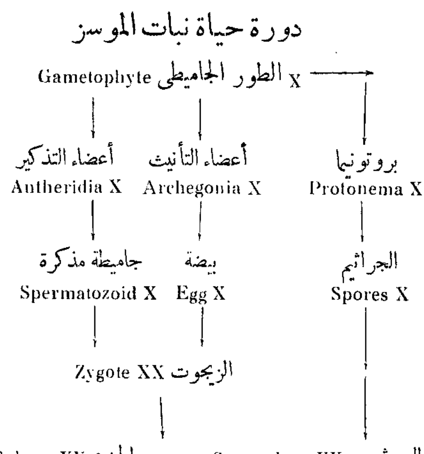
على الطور الجاميطى طول مـدة حياته وعند ما يكمل نموه تنفجر جدر الكيس الجرثومى وتخرج الجراثيم سابحة فى الهواء ثم تسقط فى الوسط المناسب وتنبت إلى طور جاميطى ثانيا وهكذا .

مع العلم بأن الماء ضرورى لاجراء عملية الاخصاب لأن الجميطات المذكرة تسبح فيه منجذبة إلى البيضة بمادة تفرزها الاركيجونيات وهذه المادة عادة محلول سكر القصب أو مادة بروتينية أو أملاح البوتاسيوم .

دورة حياة نبات الليفرورت

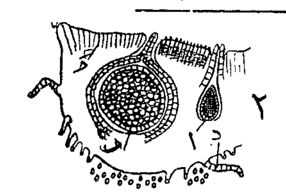


دورة حياة نبات الموسز



وصف نبات الليفرورت Description of Liverworts

الطور الجاميطى شكل ١٥٨ فى هـذه النباتات هو المهم ويتركب من جسم ثالوثى منبطح قرصى الشكل يحتوى على المادة الخضراء فى خلاياه وهو يتفرع تفرعات كاذبة الشعبتين ـ وتنمو من سطحه الأسفل شعيرات Rhizoids لتثبته فى التربة وتمتص الماء والأملاح الذائبة ويحمل على سطحه الأعلى أعضاء التذكير Antheridia وأعضاء التأنيث Archegonia وكذلك يوجد الطـور الجرثومى على هـذا السطح الأعلى .





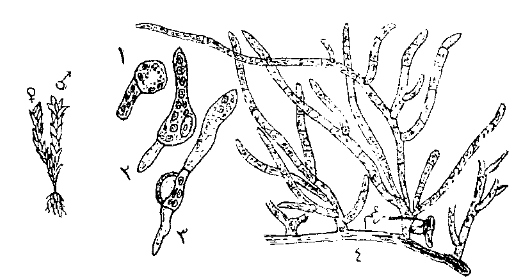
شكل ١٥٨ ـ نبات الرشيا
(١) النبات الكامل (٢) قطاع فى النبات
(ا) الانثيرديا (ب) الطور الجرثومى
(ج) خلايا للتمثيل الكربونى
(د) شعيرات ماصة Rhizoids

وتخترق بشرتى الثالوث العليا والسفلى ثغور تمر منها الغازات الجوية إلى أنسجة النبات لتجرى عمليتى التنفس والتمثيل وكذلك يخرج منها الماء على هيئة بخار

وأما أعضاء التناسل فانها تنمو من الخلايا أسفل البشرة مباشرة وتبق هكذا إلى أن يكمل نموها فتنفجر خلايا البشرة وخلايا الأنثيريديا وتخرج الجميطات المذكرة سابحة نحو الاركيجونيا .

وصف نبات الموسز Description of Mosses

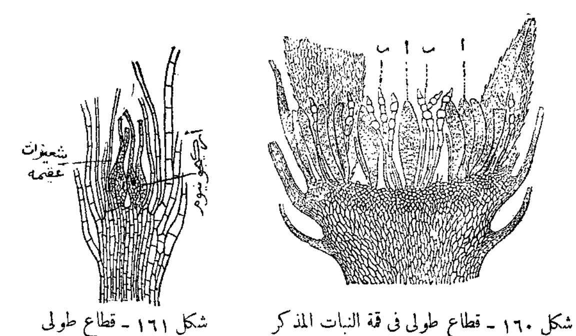
مما سبق عرف أنه ينمو من البروتونيما ساق رفيعة خضراء اللون تحمل أوراقا خضراء شكل ١٥٩ مرتبة عليه ترتيبا لولبيا ومكونة من طبقة واحدة من الخلايا



شكل ١٥٩ - البروتونيما ونبات الموسز المذكر والمؤنث
(١) و (٢) و (٣) جرثومة نامية (٤) بروتونيما وعليها برعم

وفى قمة الساق أعضاء التذكير Antheridia شكل ١٦٠ أو أعضاء التأنيث Archegonia شكل ١٦١ مندسة بين الأوراق الخضراء ومختلطة بالشعيرات العقيمة Paraphyses ويتصل النبات بالوسط الذى يعيش فيه بالشعيرات الماصة Rhizoids الذى يمتص الماء وما يذوب فيه من الأملاح .

وعند ما تتلقح البيضة بالجاميطة المذكرة يتكون الزيجوت الذى ينقسم عدة انقسامات وتعطى الجنين الذى يكون بدوره الطور الجرثومى الأخضر اللون فجزؤه الأسفل يكون القاعدة foot منغرسة فى نسيج الأركيجونيوم وفى قمة الساق وجزؤه الأعلى ينمو ويكون الحامل Seta الذى ينتهى بالكيس الجرثومى



شكل ١٦٠ - قطاع طولى فى قمة النبات المذكر
(ا) انثيريديا (ب) شعيرات عقيمة

شكل ١٦١ - قطاع طولى فى قمة النبات المؤنث

Capsule مشتملا على الجراثيم : يبقى النبات الجرثومى نصف متطفل على النبات الجاميطى طول مدة حياته شكل ١٦٢

شكل ١٦٢ - (١) النبات الجرثومى (ا) الكالبترا (ب) الكيس الجرثومى (ج) السيتا (د) الاوراق (ه) الريزويدز
(٢) قطاع طولى فى الكيس الجرثومى (ا) الغطاء (ب) ريستوم (ج) الطوق (د) الكوليوميلا (ه) الغرفة الجرثومية (و) فراغات هوائية (ز) القاعدة

تشريح الساق Anatomy of Stem

توجد فى مركز الساق خلايا ضيقة تمثل الحزم الوعائية ولكن لا يوجد بها أوعية Vessels أو قصيبات Tracheides أو أنابيب غربالية Sieve tubes كما هو معروف فى النباتات الراقية وهذه الخلايا تستعمل فى رفع العصارة إلى جميع أجزاء النبات وفى توزيع المواد المجهزة من الهواء الجوى إلى أعضاء النبات المختلفة .

وتحاط هذه الخلايا بنسيج يمثل القشرة متركب من خلايا عديمة البروتوبلازم ومتصلة بعضها ببعض وكذلك بالهواء الجوى بثقوب واسعة وجدرها الخلوية المغلظة تغليظا لولبيا تزيد فى تصلبها . شكل ١٦٣

شكل ١٦٣

٣ — النباتات السرخسية Pteridophyta

يعيش كثير من النباتات السرخسية مثل كزبرة البئر Adiantum والرصن Selaginella وذنب الحصان Equisetum فى الأماكن المظلمة الرطبة مثل البيوت الزجاجية (الصوبات) وعلى جدران الآبار - وهذه النباتات تزرع للزينة وليس لها أهمية اقتصادية فى هذا الوقت مع انها فى العصور الجيولوجية كانت لها قيمتها إذ كانت تكون غالبية النباتات الموجودة على سطح الأرض وكان معظمها أشجار ضخمة كبيرة الحجم والجزء الأكبر من طبقات الفحم مكون من السرخسيات

وهذا القسم من المملكة النباتية فيه الطور الثالوثى Thalloid stage (ثالوثى) قلبى الشكل ويعيش لمدة قصيرة ويسمى بالطور الجاميطى Gametophyte بينما الطور الجرثومى Sporophyle يعيش لمدة طويلة مستقلا عن الطور الجاميطى ولا يتطفل عليه إلا فى مبدأ حياته .

وتمتاز النباتات السرخسية بأن سوقها وأوراقها وجذورها حقيقية ويظهر فى تشريحها الداخلى وجود الحزم الوعائية ولذلك أطلق عليها Vascular Cryptogams أى النباتات اللازهرية ذات الحزم الوعائية

تكاثر النباتات Propagation of plants

تتكاثر النباتات السرخسية بأحدى الطرق الآتية .

(١) التكاثر الخضرى Vegetative Reproduction

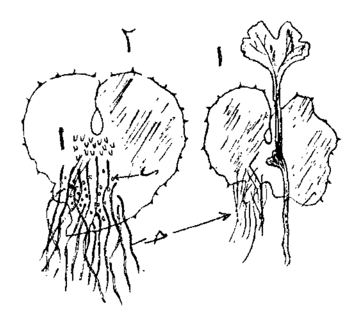
ينمو تحت سطح الأرض ساق يعرف بالريزوم Rhizome يتفرع فيكون نباتا جديدا

(٢) التكاثر اللاتزاوجى Asexual Reprodution

تظهر على أوراق النباتات السرخسية بثرات Sori سمراء اللون هى مجموعة أكياس جرثومية Sporangia ممتلئة بالجراثيم فعندما يكمل نموها تتمزق البثرات وتنفجر الأكياس الجرثومية وتخرج منها الجراثيم Spores سابحة فى الهواء حتى تجد الجو المناسب من تربة رطبة وغذاء كاف فتنبت وتعطى الجسم الثالوثى Gametophyte الذى يحمل أعضاء التذكير والتأنيث على سطحه الأسفل

(٣) تكاثر تزاوجى Sexual Reproduction

تنمو الجرثومة فتعطى الطور الجاميطى (الثالوثى) وهو قلبى الشكل أخضر اللون يمتص الماء من جميع جسمه ويوجد على سطحه السفلى بالقرب من الوسط أعضاء



شكل ١٦٤

(١) الطور الجرثومى ينمو على الطور الجاميطى (٢) الطور الجاميطى

(ا) اركيجونيا (ب) انثيريديا (ح) ريزويدز

التأنيث Archegonia كل منها يشتمل على بيضة واحدة one egg وأما أعضاء التذكير Antheridia فنتشرة على هذا السطح السفلى وكل منها به كثير من الجميطات المذكرة الهدبية .

وتنمو أيضا من هذا السطح السفلى كثير من الممصات يقال لها ريزويدز Rhizoids تستعمل فى تثبيت النبات وامتصاص الغذاء له شكل ١٦٤

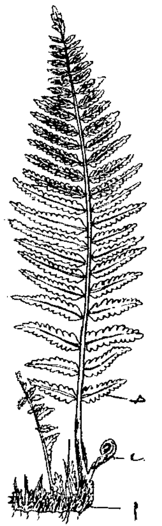
وعند ما تبلغ أعضاء التذكير وأعضاء التأنيث نهاية عمرها ينفجر جدار (الأنثيريديوم) وتخرج الجميطات المذكرة منه وتعوم بأهدابها فى الوسط المائى نحو البيضة منجذبةاليها بمادة تفرز منهامثل حمض الستريك Citric acid وحمض الماليك Malic acid وقد تكون مادة قلوية Alkaloid وبعد عملية الأخصاب والتلقيح ينتج الزيجوت الذى يكون فيما بعد الطور الجرثومى Sporophyte

وصف النبات الجرثومى

Description of Sporophyte

(١) الساق Stem

كثير من الفرنز Ferns له سيقان أرضية ريزومية Rhizomes شكل ١٦٥ تنمو تحت سطح الأرض موازية له أو متعامدة معه وفى قليل من الأحيان تتفرع هذه الريزومات - وهى مقسمه إلى عقد وسلاميات وعند العقد تنمو منها الأوراق أما الريزومات القصيرة المتعامدة على سطح الأرض فسلامياتها قصيرة جداً والأوراق مزدحمة عليها ومرتبة ترتيبا لولبياً

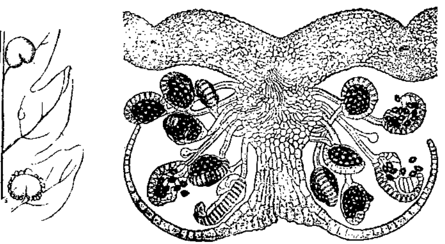


شكل ١٦٥ - نبات جرثومى. (ا) ريزوم (ب) ورقة صغيرة (ج) وريقة

(٢) الورقة Frond

تغطى الورقة الصغيرة بشعيرات حرشفية سمراء وتكون ملتوية وعند انفراد النصل Blade تزول الشعيرات منه ولا تبقى إلا على العنق Petiole وعلى قاعدة الورقة Leaf base والورقة إما بسيطة أو مركبة ريشية وتظهر على امتداد العروق بثرات سمراء

Sori وهى مجموعة أكياس جرثومية Sporangia ممتلئة بالجراثيم مغطاة عادة بغطاء رقيق يسمى انديوسيوم Indusium والأكياس الجرثومية تنمو من موضع فى العروق يسمى مشيمة Placenta شكل ١٦٦

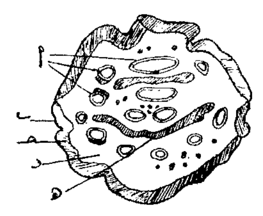

شكل ١٦٦ - وريقة عليها بثرات وقطاع فى بثرة (لاحظ تركيبها)

٣ - الجذور Roots

كل جذور النباتات السرخسية عرضية تنمو فى الساق بالقرب من قواعد الأوراق وتكون عادة سوداء اللون وتتفرع فى الغالب قمتها النامية إلى فرعين

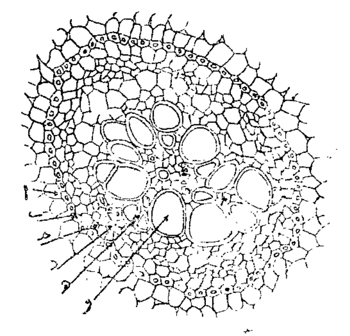
تشريح الساق : Anatomy of stem

يوجد داخل البشرة نطاق من الخلايا الاسكليرنشيمية Sclerenchyma cells وتوجد هذه الخلايا ايضا بين الحزم الوعائية .. والنسيج الأساسى Ground tissue يتركب من خلايا بارنشيمية والحزم الوعائية منتشرة فيه شكل ١٦٧ وكل حزمة



شكل ١٦٧ - قطاع عرضى فى ساق حديث
(ا) حزم وعائية (ب) البشرة (حـ) تحت البشرة
(د) القشرة (هـ) خلايا اسكليرنشيمية

Stele محوطة بطبقة الأندوديرمس وطبقة داخلها من البريسيكل ثم يوجد داخل البريسيكل برانشيمة اللحاء Phloem والأنابيب الغربالية التى تحصر بينها الخشب Xylem المكون من نسيج برانشيمى Parenchymatous tissue وقصيبات Tracheides مع العلم بأن الخشب الأولى يتركب من خشب أول Protoxylem ذى عناصر ضيقة وخشب ثانى Metaxylem ذى عناصر واسعة شكل ١٦٨



شكل ١٦٨ ـ قطاع عرضى فى حزمة
(ا) القشرة (ب) الاندوديرمس (ح) البريسيكل
(د) اللحاء (ه) الخشب الأول (و) الخشب الثانى

٤ ـ النباتات البزرية Spermatophyta

(١) النباتات معراة البزور The Gymnosperm

سمى هذا القسم بمعراة البزور لأن الكرابل فيه غير مقسمة إلى مبايض Ovaries وأقلام Styles ومياسم Stigma كما هو معروف فى النباتات المغطاة البزور وهو الوصلة بين النباتات السرخسية والنباتات المغطاة البزور وأزهارها وحيدة الجنس Unisexual وليس لها أغلفة زهرية Perianth إلا فى نبات الافيدرا Ephedra الذى يوجد فى برج العرب بمريوط وهو نبات شجيرى تابع للعائلة Gnetaceae

فيوجد لأزهاره اغلفة زهرية والأزهار وحيدة الجنس والنباتات فى العادة وحيدة المسكن وقد تكون ثنائية المسكن

والنباتات المعراة البزور تنقسم إلى العائلات الآتية :

١ ـ العائلة المخروطية Conifer مثل الصنوبر Pinus

٢ ـ العائلة السيكاداسى Cycadaceae مثل نبات السيكادز Cycads

٣ ـ العائلة النيتاسى Gnetaceae مثل نبات الأفيدرا Ephedra

ونكتفى هنا بوصف نبات الصنوبر :

الجذر Root

ينمو الجذير Radicle إلى الجذر الأصلى Main root إلا أنه يتفرع منه أفرع جانبية تنمو بقوة متسقة فى الطول وهذه تتفرع بدورها حتى يتكون المجموع الجذرى للنبات . والشعيرات الجذرية تكاد تكون معدومة لأن طرف الجذر يغطى عادة بهيفات فطرية تقوم مقام الشعيرات الجذرية وتعيش مع النبات معيشة المعاشرة .

الساق Stem

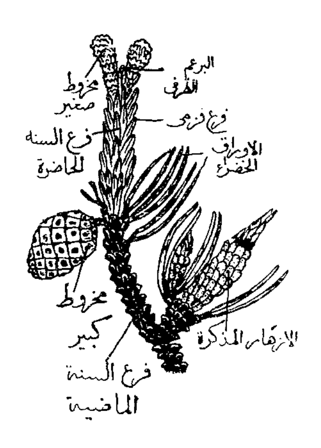
الساق خشبية اسطوانية الشكل وتغطى عادة بأوراق حرشفية Scale leaves تخرج من آباطها براعم Buds تتكشف عادة كل سنة عن أفرع ذات نمو غير محدود وينمو منها أيضا أفرع قزمية ذات نمو محدود تنتهى بأوراق إبرية شكل ١٦٩

الورقة Leaf

الأوراق التى توجد على ساق نبات الصنوبر نوعان :

الأول : الأوراق الخضراء العادية إبرية الشكل Needle - like وتنتهى بها الساق القزمية وعددها يختلف باختلاف النباتات ففى نبات Pinus Sylvestris توجد ورقتان فقط ينتهى بهما كل فرع قزمى . وهى تعمر عدة سنوات على النبات ولذلك يعد الصنوبر من النباتات دائمة الاخضرار Evergreen plant ولو حدث أن سقطت هذه الأوراق من الساق فمعناه أن السوق القزمية انفصلت من الساق الأصلى تماماً .

الثانى : الأوراق الحرشفية Scale leaves وهى أوراق سمراء اللون خالية من المادة الخضراء وهى تغطى السوق ذات النمو الغير محدود والأفرع القزمية



شكل ١٦٩ ـ نبات الصنوبر

التشريح Anatomy

١ ـ القمة النامية فى الساق والجذر Growing point of stem and Root

إذا عملنا قطاعا طوليا فى قمة الجذر النامية أو قمة الساق النامية نلاحظ أن طبقة القشرة والبشرة تنشآن من أصل واحد هو البريبلم Periblem إذ لا يمكن أن نميز بين البريبلم والدرماتوجن . وأما الحزم الوعائية والنخاع والشعاع النخاعى فتنشأ من البليروم .

٢ — تشريح الجذر Anatomy of Root

القطاع العرضى فى جذر يظهر الطبقات الآتية من الخارج إلى الداخل

(١) الغلاف الخارجى Piliferous layer

وهى طبقة واحدة من الخلايا لا تعمر طويلا وتنشأ من البريبلم وتظهر فى الجذر الحديث فقط

(٢) القشرة Cortex

وهى خلايا بارنشيمية واسعة النطاق وتحد من الداخل بطبقة دائرية

وهى الأندوديرمس التى تحيط الأسطوانة الوعائية

(٣) البريسيكل Pericycle

هى التى تلى الأندوديرمس من الداخل مباشرة وتتركب من عدة طبقات من الخلايا البارنشيمية التى تتحول إلى خلايا انشائية فيتكون من طبقاتها الخارجية الفلين وأما الجذور الثانوية فتنشأ من خلايا داخل طبقات الفلين .

(٤) الحزم الوعائية Vascular Bundles

الحزم الوعائية من النوع القطرى Radial Bundle لأن الخشب Xylem واللحاء Phloem متبادلان وكل منهما يتركب من حزمتين أو أربع أو ست حزم وعند ما يتقدم الجذر فى العمر يلاحظ تكوين الكامبيوم بين الخشب الداخلى واللحاء الخارجى ويعطى خشبا ثانويا لجهة الداخل ولحاء ثانويا لجهة الخارج والخشب يكون عادة على شكل ٧ ويوجد بين زراعيه قنوات راتنجية Resin passages والخشب فى العادة خال من الأوعية والقصبات Vessels واللحاء ايضا لايوجد به خلايا مرافقة

(٥) النخاع Pith

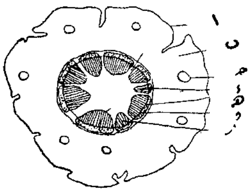
أما النخاع Pith فقد يكون معدوما بالمرة

٣ — تشريح الساق Anatomy of stem

إذا عملنا قطاعا عرضيا فى ساق حديث كما فى شكل ١٧٠ نلاحظ أنه يتركب من الخارج إلى الداخل مما يأتى :

(١) طبقة البشرة Epidermis

وهى تتكون من خلايا حية متراص بعضها بجانب بعض ومغطاة من الخارج بطبقة من الكيوتين وقد يوجد بها ثغور بين خلاياها .



شكل ١٧٠ قطاع عرضى فى ساق حديث (ا) البشرة (ب) القشرة (ح) قناة راتنجية (د) الأندوديرمس (ه) البريسيكل (و) اللحاء (ز) الخشب

(٢) تحت البشرة Hypodermis

قد توجد خلايا اسكليرنشيمية أسفل طبقه البشرة تسمى تحت البشرة وهى تزيد فى تقوية الساق

(٣) القشرة Cortex

مكونة من طبقات من الخلايا منتشرة فيها المجارى الراتنجية . وتحد من الداخل بنطاق الأندوديرمس

(٤) البريسيكل Pericycle

وهو خلايا حية بارنشيمية Parenchyma

(٥) الحزم الوعائية Vascular bundles

الحزم الوعائية مفتوحة ذات الجانب ومتراص بعضها بجانب بعض فى شكل دائرى

يكون الخشب Xylem خاليا من الأوعية Vessels وهو يتركب من القصيبات Tracheides ذات الجدر المنقرة تنقيرا مضاعفا Bordered pits إلا فى الخشب الابتدائى Primary xylem فان هذه القصيبات ذات نقر حلزونية Spiral pits وحلقيا Annular pits

واللحاء يتركب من أنابيب غربالية وخلايا بارنشيمية ولا وجود للخلايا المرافقة .

هاتان الخاصتان عدم وجود أوعية Vessels فى الخشب وعدم وجود خلايا مرافقة فى اللحاء تقرب النباتات المعراة البزور من النباتات السرخسية وتبعدها عن النباتات المغطاة البزور مع أنها مشتركة معها فى كثير من الصفات مثل النمو الثانوى وترتيب الحزم

القنوات الراتنجية Resin passages

وهى عبارة عن قنوات محوطة بخلايا افرازية Epithelial layer وهى توجد منتشرة بين خلايا القشرة وخلايا الخشب الابتدائى والثانوى

النمو الثانوى فى الساق Secondary thichening in stem

يشبه النمو الثانوى فى سوق معراة البزور ما يحدث من النمو الثانوى لسوق النباتات

ذات الفلقتين إذ يتجدد الكامبيوم بين اللحاء والخشب Fascicular Cambium وتنشأ ايضا خلايا مرستيمية من خلايا الشعاع النخاعى البالغة ويتكون من ذلك كامبيوم ثانوى يسمى Interfasciculer Cambium وهكذا تتكرر هذه العملية إلى أن تتكون حلقة من الكامبيوم الثانوى تعطى لحاء ثانويا جهة الخارج دافعة اللحاء الابتدائى نحو القشرة وتعطى خشبا ثانويا جهة الداخل دافعا الخشب الابتدائى جهة مركز الساق شكل ١٧١

الفلين Cork

زيادة على النمو الثانوى السابق يحدث نمو ثانوى آخر لأن خلايا القشرة الخارجية بالقرب من البشرة تتحول إلى خلايا مرستيمية تسمى Cork Cambium وتنقسم لتعطى خلايا ميتة إلى الخارج تسمى فلين Cork وقد تعطى أسفل الثغور خلايا مفككة لتكون العديسات lenticels وتعطى خلايا حية تشبه خلايا القشرة تسمى فلودرم Phelloderm .

شكل ١٧١ قطاع عرضى يرى النمو الثانوى (ا) القشرة (ب) اللحاء الأولى (حـ) و (ز) الشعاع النخاعى (د) اللحاء الثانوى (هـ) الكامبيوم (و) خشب الخريف (ط) خشب الربيع (ح) قصيبات ذات نقر مضفوفة

٤ — تشريح الورقة Anatomy of Leaf

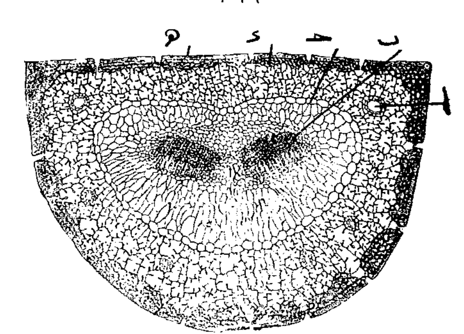
لو عملنا قطاعا عرضيا فى ورقة الصنوبر شكل ١٧٢ لشاهدنا ما يأتى :

(١) البشرة Epidermis

تغطى الورقة من الخارج ببشرة Epidermis ذات خلايا جدرها ثخينة مغلفة من الخارج بطبقة الكيوتين Cuticle وإنما يتخلل خلاياها عدة ثغور غائرة فى البشرة .

(٢) تحت البشرة Hypodermis

داخل البشرة توجد خلايا سكليرنشيمية يقال لها تحت البشرة التى تتقاطع بفراغات الثغور الهوائية Air spaces .



شكل ١٧٢ - قطاع عرضى فى ورقة

(ا) القناة الراتنجية (ب) الحزمة الوعائية (ح) الأندوديرمس (د) تحت البشرة (ه) البشرة

تتخلل المجارى الراتنجية النسيج الميزوفيلى أسفل تحت البشرة

(٣) النسيج الميزوفيلى Mesophyll

يتركب هذا النسيج من خلايا متشابهة تماما فلا تتميز إلى خلايا عمادية Palisade cells وخلايا اسفنجية Spongy cells وينمو من جدرها زوائد سيليولوزية ويشتمل على عدد وافر من الكلوروبلاستيدات وحبيبات النشا . ويحد من الداخل بدائرة الاندوديرمس .

(٤) البريسيكل Pericycle

هذا النسيج يتركب من طبقات كثيرة من الخلايا البارنشيمية والخلايا الاسكليرنشيمية وهى تحيط بالحزم الوعائية .

(٥) الحزم الوعائية Vascular bundles

تتركب من خشب خال من الأوعية جهة الجانب العلوى المستوى ولحاء خال من الخلايا المرافقة جهة الجانب السفلى المحدب .

مما سبق عرفنا أن شكل الورقة إبرى Needle - like والثغور غائرة Sunken - stomata وأنه توجد تحت بشرة وتركيب الحزم الوعائية بسيط كل

هذه الصفات تضم نباتات الصنوبر إلى النباتات الصحراوية . لأنها تساعد على تقليل النتح .

الزهرة المذكرة Male flower

تظهر الأزهار المذكرة فى آباط الأوراق الحرشفية مبكرة أى ما يقرب من أوائل مايو وهى تحل محل الأفرع القزمية .

المحور الزهرى الذى يقابل التخت فى النباتات المغطاة البزور يحمل أوراقا حرشفية مرتبة عليه فى نظام لولبى وينمو من أسفل كل ورقة حرشفية كيسان لقاحيان 2 Pollen grains ممتلىء كل منهما بحبوب اللقاح .

حبة اللقاح فى بدء أمرها تكون وحيدة الخلية ولها غلافان خارجى Exine وداخلى intine وبعد ذلك ينمو الغلاف الخارجى على كلا الجانبين مكونا جرابين هوائيين 2 air bladders شكل ١٧٣

يمكن أن نقارن الزهرة المذكرة لنبات الصنوبر بمثيلتها فى مغطاة البزور فنقول إن :

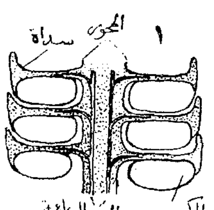
١ — المحور الزهرى المقابل للتخت ذو سلاميات طويلة

٢ — الورقة الحرشفية المقابلة للسداة لايتميزفيها خيط filamentولامتك Anther

٣ — يوجد كيسان لقاحيان ولكن المتك فى مغطاةالبزور يوجد به أربعة أكياس لقاحية

٤ — حبة اللقاح Pollen grain بها جرابان هوائيان 2 air bladders

٥ — لا يوجد للزهرة أغلفة زهرية Floral perianth



شكل ١٧٣

(١) النورة المذكرة (٢) سداة (٣) حبة لقاح

الزهرة المؤنثة (Female flower (cone

وبعد ظهور الأزهار المذكرة بقليل تنمو الأزهار المؤنثة من البراعم

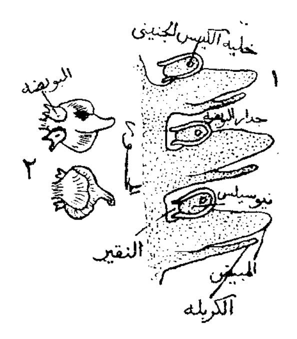
الابطية فى قمة الساق حالة محل الأفرع الغير محدودة وتكون الأزهار فى هذه السنة ذات لون محمر بالنسبة للون الحراشيف التى تغطى المحور الزهرى وفى السنة الثانية أى فى الفترة بين عمليتى التلقيح pollination والأخصاب Fertilisation تعترى البيضة والنورة (المخروط cone) عدة تغيرات .

المخروط يصبح أخضر ويزيد فى الحجم نتيجة زيادة المحور الزهرى والمشائم فى الحجم . وأما الحراشيف الكربلية فتبقى صغيرة أثرية

وتترتب على محور النورة الأوراق الحرشفية Carpellary scales بنظام لولبى وينمو فى إبط كل منها نتوء يقال له Ovuliferous scales وكل نتوء تنمو منه بويضتان Ovule على سطحه العلوى ولذلك يعتبر كل نتوء مشيمة Placenta

البويضة Ovule

فى بدء الأمر تشتمل البويضة على جسمين صغيرين كل منهما يسمى النيوسيلة Nucellus التى تنمو إحدى خلاياها القاعدية وتكون خلية الكيس الجنينى Embryo - sac cell شكل ١٧٤



شكل ١٧٤
(١) النورة المؤنثة (٢) الكربلة

وينمو من المشيمة غلاف واحد Single integument يحيط بالنيوسيلة من كل الجهات إلا جهة المحور حيث تترك فتحة واسعة تسمى النقير Micropyle تدخل منه حبة اللقاح وتندغم فى النيوسيلة لمدة سنة وفى السنة التالية تبدأ أنبوبة حبة اللقاح فى النمو ويحصل الاخصاب فيتكون الزيجوت الذى يعطى الجنين ويكون الأخير عادة محوط بالأندوسبرم أما النيوسيلة فانها تزول وتنمحى بالمرة واما غلاف البويضة فانه ينمو ليصير قصرة وبذلك تتم عملية تكوين البزور فى نبات الصنوبر .

البزرة وانباتها Seed and germination

البزرة بيضية الشكل مغطاة بقصرة تحيط بالجنين المنغمس وسط الأندوسبرم الأبيض .
والجنين هنا يتركب من جذير طرفه متجه نحو الميكروبيل وريشة أثرية بين الفلقات الكثيرة .

الإنبات :
عند ما تبدأ عملية الانبات يظهر الجذير منبثقاً من القصرة وضارباً فى التربة وتستطيل السويقة الجنينة السفلى إلا أنها تنحنى فى بدء الأمر ثم تستقيم حاملة الفلقات والريشة والقصرة فوق سطح الأرض وعلى ذلك يقال للانبات إنه إنبات هوائى Epigeal germination شكل ١٧٥

شكل ١٧٥ - بزرة الصنوبر وبادراتها

(٢) مغطاة البزور Angiosperm

قبل البدء فى تقسيم مغطاة البزور إلى عائلات وشرح بعضها يجب أن نعرف شيئاً عن النورة والزهرة والثمرة والبزرة لأنها تفيدنا فى هذا التقسيم

النورة Inflorescence

إذا نما البرعم الطرفى وكون زهرة كما فى نبات الخشخاش تسمى هذه الزهرة وحيدة طرفية Solitary terminal flower وإذا نما البرعم الأبطى وكون زهرة كما فى نبات عين القط Anagallis والهبسكس سميت هذه الزهرة وحيدة ابطية Solitary axillary flower وقد توجد الأزهار مجتمعة على المحور الزهرى Peduncle كما فى الترمس والخلة والجعضيض ويسمى هذا المحور بما عليه من الأزهار بالنورة Inflorescence

والورقة التى تنمو من إبطها الزهرة تسمى بالقنابة Bract واذا وجدت أوراق على قمع الزهرة تسمى قنيبات Bracteoles

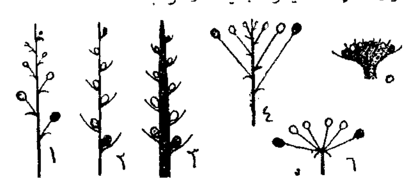
والنورات نوعان :

١ – النورة غير المحدودة Racemose

٢ – النورة المحدودة Cymose

١ — النورة غير المحدودة Racemose

النورة غير المحدودة فيها البرعم الطرفى يستمر فى نموه ويعطى أزهارا جانبية أصغرها سنا بالقرب من القمة وتكبر تدريجيا كلما بعدت عنها شكل ١٧٦ و هذا النوع من النورات إما أن يكون بسيطا أو مركبا



شكل ١٧٦ - النورات غير المحدودة

(١) عنقودية (٢) السنبلية (٣) اغريضية (٤) مشطية (٥) هامة (٦) خيمية

أولا — النورة البسيطة Simple inflorescence

(١) النورة السنبلية Spike وفيها يلاحظ أن المحور رفيع غير متضخم

وتحمل أزهاراً جالسة مثل نبات لسان الحمل

(٢) النورة الاغريضية Spadix هذه النورة لها محور أصلى غض ثخين يحمل أزهاراً جالسة مؤنثة عند القاعدة ويعلوها منطقة شعيرات عقيمة وبعد ذلك توجد أزهار مذكرة وطرف المحور خال من الأزهار البتة مثل نورة القلقاس ويغلف المحور بما عليه من أزهار بقينوه spathe ثخينة ذات ألوان مختلفة وأشكال متباينة تبعا للنباتات

(٣) النورة الراسيم Raceme وهى النورة التى تكون فيها الأزهار مقمعة وأقماعها متساوية تقريبا فى الطول مثل حنك السبع Antirrhinum

(٤) النورة المشطية Corymb ويلاحظ فى هذه النورة أن المحور الأصلى يحمل أزهاراً ذات أقماع ليست متساوية بمعنى أن أكبر الأزهار التى تكون فى القاعدة يكون لها أطول الأقماع وأصغرها الموجودة بالقرب من القمة يكون لها أقصر الأقماع وهذا الترتيب يجعل جميع الأزهار فى مستوى واحد تقريبا .

(٥) النورة الخيمية Umbel يلاحظ أن الشمراخ يكون ذا سلاميات قصيرة جدا وعقد متقاربه تخرج منها أقماع الأزهار ولذلك تظهر الأزهار كأنها فى مستوى واحد أكبرها يكون فى الدائرة الخارجية وأصغرها يكون فى مركز النورة مثل زهرة الربيع Primula

(٦) النورة الهامة Capitulum وهى قصيرة الشمراخ والأزهار فيها جالسة وتغلف غالبا بأوراق خضراء تسمى قلافة Involucre وقد تكون أزهارها على نوعين الأولى أزهار قرصية (أنبوبية) عند المركز والنوع الثانى أزهار شعاعية عديمة الجنس Neutral تحيط بالأولى مثل عباد الشمس وقد تكون شعاعية جميعها كما فى الجعضيض أو أنبوبية جميعها كما فى البرجمان وقد تكون لكل زهرة من هذه الأزهار قنابة تخرج من إبطها

ثانيا : نورة غير محدودة مركبة Compound racemose

وفيها المحور الأصلى يحمل أفرعا ثانويه تحمل أزهارا ومنها : -

(١) النورة السنبلية المركبة يلاحظ أن المحور الأصلى فيها يتفرع إلى شماريخ ثانوية كل منها يحمل ازهارا جالسة كما فى القمح والشعير

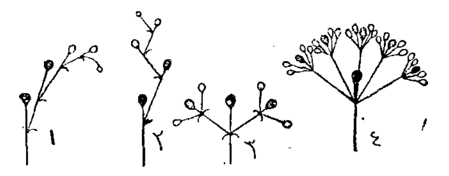
(٢) النورة الاغريضية المركبة وفيهامحور النورة يصبح غضا ثخينا ويحمل شماريخ ثانوية بدلا من الأزهار ويغلف بقينوة مثل النخيل ويلاحظ فيها أن الأزهار وحيدة الجنس Unisexual والنبات جميعه ثنائى المسكن

(٣) النورة العنقودية المركبة وفيها يرى أن قمة المحور الأصلى تستمر فى استطالتها وتعطى نورات أخرى جانبية بدلا من الأزهار ويكون أكبر النورات الثانوية عند القاعدة واصغرها عند القمة مثل الشوفان Avena

(٤) النورة الخيمية المركبة ويلاحظ فى هذه النورة أن المحور الأصلى بدلا من أن يحمل أزهارا يحمل شماريخ ثانوية تنتهى بأزهار خيمية وقد تحيط قاعدة الشمراخ الأصلى عدة أوراق خضراء تسمى بالقلافة Involucre مثل الخله

٢ — النورة المحدودة Cymose

النورة المحدودة سميت بهذا الإسم لأن قمتها النامية تحد بزهرة أو نورة شكل ١٧٧ والبراعم الموجودة فى آباط الأوراق اسفل القمة النامية تعطى أفرعا جانبية تنتهى بزهرة وهكذا ولها أنواع :



شكل ١٧٧ ـ أشكال النورة المحدودة

(١) كاذب الشعبة منجلى (٢) كاذب الشعبة عقربى

(٣) كاذب الشعبتين (٤) كاذب الشعب

(١) وحيدة الشعبة Monochasium وفيها المحور الأصلى ينتهى بزهرة ويخرج من إبط الورقة أسفل القمة النامية فرع ينتهى بزهرة وهكذا تتكرر العملية مثل البتونيا

(٢) ثنائى الشعبة Dichasium وفيها المحور الأصلى ينتهى بزهرة واسفل

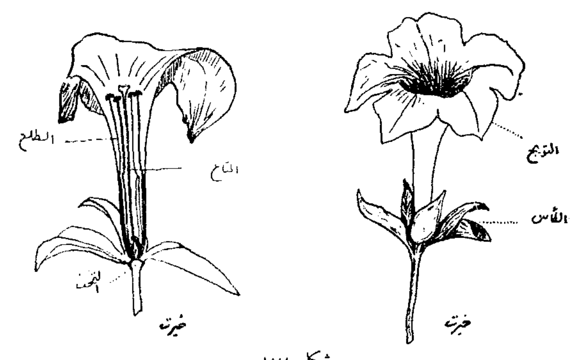
هذه الزهرة مباشرة قنابتان متقابلتان يخرج من إبط كل منهما محور ينتهى بزهرة هكذا تتكرر العملية مثل نبات المجنين Haplophyllum tuberculatum ونبات الرقيقة Gypsophila rokejeka وهما نباتان صحراويان يوجدان فى معظم صحارى مصر وفى وادى دجلة ووادى حوف

(٣) عديد الشعب polychasium المحور الأصلى فى هذه النورة ينتهى بزهرة والقنابات الموجودة على العقدة اسفل القمة فى نظام سوارى وبراعمها الإبطية تعطى أفرعاً ثانوية تنتهى بزهرة وهذه العملية تكرر عدة مرات مثل نبات أم اللبن Euphorbia

الزهرة Flower

قد يتكشف البرعم الأبطى أو الطرفى عن أزهار مباشرة أو عن محور يحمل أزهارا . والزهرة هى افرخ النبات الذى تتوقف عليه عملية التناسل . و بمعنى آخر يمكن القول إن الثمار والبزور نتيجة عمل الزهرة

والزهرة النموذجية شكل ١٧٨ تتركب من أربع محيطات مرتبة على التخت Torus فى دوائر من الخارج إلى الداخل كما يأتى :



شكل ١٧٨

١ — الكأس Calyx ويتركب من سبلات Sepals
٢ — التويج Corolla ويتركب من بتلات Petals
٣ — الطلع Androecium ويتركب من أسدية Stamens
٤ — المتاع Gynaeceum ويتركب من كربلات Carpels

١ — الكأس Calyx

هو المحيط الخارجى فى الزهرة ويكون فى العادة أخضر اللون لوجود مادة الكلوروفيل فيستعمل زيادة على حماية البرعم الزهرى فى تمثيل الكربون الجوى وفى بعض الأحيان يلاحظ أنه يلون بألوان التويج ويقال . بتلى Petaloid ويستعمل فى جذب الحشرات الى الزهرة . والسبلات إما أن تكون سائبة بعضها من بعض وتسمى Polysepalous وإما أن تكون متحدة ويقال لها ملتحمة السبلات Gamosepalous

والكأس اما أن يستديم على التخت حتى بعد عملية التلقيح والاخصاب وتكون الثمار والبزور ويسمى الكأس مستديماً Persistent مثل زهرة الفول وقد يسقط بمجرد تفتح الكم الزهرى ويسمى فى هذه الحالة غير مستديم Caducous وقد ينمو ويحيط بالثمرة مكونا جرابا هوائيا يساعد على انتشار الثمار كما فى نبات القتاد Astragalus forskalii

وقد يتحول إلى شعيرات Pappus تساعد على انتشار الثمار كما فى الجعضيض Sonchus oleraceus ويوجد فى بعض الأزهار مثل أزهار التيل والقطن والشليك محيط آخر خارج محيط الكأس ويشبهه ويسمى تحت الكأس Epicalyx

٢ — التويج Corolla

هو المحيط الزهرى الذى يلى محيط الكأس من الداخل ويتركب من البتلات ذات الألوان المختلفة التى تجذب الحشرات إلى الزهرة لتتغذى بالرحيق Nectar المفرز من الغدد الزهرية أو تتغذى بحبوب اللقاح وبذلك تساعد على التلقيح الخلطى

والبتلات إما أن تكون سائبة وتسمى Polypetalous كما فى نبات السل Zilla spinosa ونبات الجربة Farsetia aegyptiaca أو تكون متحدة وتسمى Gamopetalous مثل البتونيا Petunia والعليق Convolvulus sp. وقد تنمو بعض البتلات إلى شكل مهماز Spur مثل زهرة البنفسج والعائق

المحيطات الأساسية Essencial whorls

٣ — الطلع Androecium

وهو عضو التذكير فى الزهرة ويتركب من أسدية وكل سداة لها خيط Filament ويتصل بالتخت ويحمل المتك Anther فى قمته وكل متك له فصان 2 anther lobes ويتصل الفصان بالخيط فى نقطة خاصة تسمى الموصل Connective tissue وكل فص يوجد به كيسان لقاحيان 2 pollen sacs تتولد فى كل منهما حبوب اللقاح Pollen grains

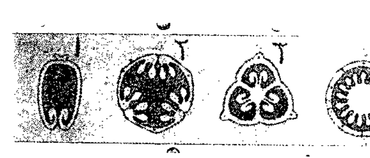
ويغلب أن تكون الأسدية سائبة تماما بعضها عن بعض كما فى نبات الكيس الراعى Capsella - bursa pastoris وقد تكون متحدة الخيوط وسائبة المتوك مثل نبات القطن والتيل وقد تكون سائبة الخيوط ومتحدة المتوك كما فى نباتات العائلة المركبة Compositae

٤ — المتاع Gynaeceum

المتاع وهو عضو التأنيث وهو يشغل مركز الزهرة ويتركب من كربلة أو أكثر وكل كربلة لها ثلاثة أجزاء (١) المبيض Ovary وهو الجزء الأسفل من الكربلة الذى يكون منغمسا فى التخت وتتكون فيه المشائم التى تتولد منها البويضات Ovules (٢) يعلو المبيض القلم Style (٣) وينتهى القلم بالميسم Stigma وقد يكون الميسم جالسا على المبيض

المشيمة placenta

تتولد البويضات فى المبيض من موضع مرستيمى يقال له المشيمة شكل ١٧٩ وهى على أنواع منها :



شكل ١٧٩ - أنواع المشائم

(١) مشيمة حافية (٢) مشيمة جدارية (٣) مشيمة مركزية (٤) مشيمة محورية سائبة

١ — المشيمة الجدارية Parietal Placenta

إذا اتحدت الكرابل بحوافها وكان المبيض ذا غرفة واحدة Unilocular والبويضات متصلة بالحواف تسمى المشيمة جدارية parietal

٢ — المشيمة المركزية Axile placenta

وتنشأ من اتصال حواف الكرابل بعضها ببعض فى مركز المبيض فينقسم الى غرف كل غرفة تدل على كربلة وفى هذه الحالة يدل عدد المساكن على عدد الكرابل

وفى بعض الأحيان ينمو من جدار المبيض حواجز كاذبة false septum تقسم الحجرة الى حجرتين وفى هذه الحالة عدد الغرف لا يساوى عدد الكرابل كما فى نباتات العائلة الشفوية Labiatae والعلاقية Convolvulaceae

٣ — المشيمة السائبة Free central placenta

وقد تكون المشيمة سائبة أى ليست متصلة بحواف الكرابل ففى زهرة نبات البرميولا يلاحظ أن التخت استطال فى بطن المبيض من غير أن يتصل بجداره والبويضات متراصة عليه ففى هذه الحالة تنمو البويضات من المحور الزهرى لا من المبيض.

٤ — المشيمة القاعدية Basal placenta

هى نوع من المشيمة السائبة وهنا يلاحظ أن البزور قليلة فقد تكون واحدة كما فى نباتات العائلة المركبة ونبات الانتجونن Antigonon او بزرتين كما فى العليق Convolvulus

٥ — المشيمة القمية Apical placenta

والمشيمة القمية نوع من المشيمة السائبة المركزية حيث تظهر بزرة واحدة من قمة المبيض وتتدلى فى جوفه كما فى نباتات العائلة الخيمية

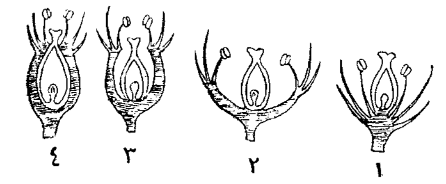
أحوال الزهرة

١ — الزهرة قد تكون جالسة Sessile على الشمراخ أو يكون لها عنق Pedicel

٢ — وقد تكون وحيدة الجنس Unisexual أى أنها زهرة مذكرة فقط أو مؤنثة فقط أو تكون ثنائية الجنس (خنثى) Hermaphrodite أى أن عضوى التذكير والتأنيث يوجدان فى زهرة واحدة

١ — قد تكون سفلية Hypogynous اذا كانت جميع المحيطات الزهرية منسقة على التخت فى مستوى أسفل من مستوى المتاع ويسمى المتاع هنا علوى والزهرة سفلية والتخت يكون محدبا أو مستويا شكل ١٨٠ (١ و ٢)

٤ — وقد تكون محيطية Perigynous وفيها التخت مقعر والمتاع يحل فى مركزه وأما المحيطات الزهرية الأخرى تكون مدغمة فى التخت فى دوائر خارج المتاع شكل ١٨٠ (٣)



شكل ١٨٠ - أشكال التخت واتصاله بالمحيطات الزهرية

(١) و (٢) الزهرة سفلية (٣) الزهرة محيطية (٤) الزهرة علوية

٥ — وقد تكون علوية Epigynous وفيها التخت يأخذ شكل القارورة ويتحد بجدار المبيض تماما وأما المحيطات الزهرية الأخرى فمنغرسة فى التخت فى محيطات فوق مستوى المتاع وهذا المتاع يسمى سفلى شكل ١٨٠ (٤)

٦ — نظام الأوراق الزهرية على التخت :

إذا انتظمت الأوراق الزهرية على التخت في أساور منتظمة سميت الزهرة سوارية Cyclic ولكن إذا ترتبت الأوراق الزهرية على التخت بنظام لولبي سميت غير سوارية Acyclic ويطلق لفظ نصف سوارية على الزهرة التي فيها بعض المحيطات الزهرية في نظام سواري والنصف الآخر في نظام لولبي

وفي العادة يلاحظ أن محيطات الزهرة تكون متبادلة بعضها مع بعض فمثلا السبلات تكون متبادلة مع البتلات وكذلك البتلات تكون متبادلة مع الأسدية والأسدية متبادلة مع الكرابل .

فإذا كان أحد المحيطات مضاعفا كالأسدية يصبح عددها عشر بدلا من عددها الأصلي الذي كان خمسا مثل الكتان فإن خمسا منها تقابل السبلات وخمسا تقابل البتلات .

٧ — والزهرة إما أن تكون منتظمة وفيها جميع ورقات كل محيط من المحيطات متساوية الحجم ومتشابهة مثل زهرة الخشخاش وزهرة الكبر وهي التي يمكن تنصيفها طوليا إلى نصفين متساويين في عدة مستويات وتسمى عديدة التناظر Actinomorphic

والزهرة الغير منتظمة هي التي يكون ورقات أحد محيطاتها غير متساوية ولا متشابهة مثل زهرة البنفسج فلا يمكن تنصيفها إلى نصفين طوليين متساويين الا بمستوى واحد وتسمى وحيدة التناظر Zygomorphic

والزهرة عديمة التناظر Asymmetric مثل زهرة التين الشوكي يرجع عدم تناظرها من نظام وحدات محيطاتها اللولبية فلا يمكن تنصيفها طوليا إلى نصفين متساويين بأي مستوى

٨ — وقد يكون أفراد كل محيط زهري ثلاثة أو مضاعفاتها كما في أزهار نباتات الفلقة الواحدة

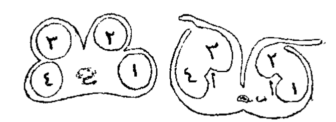
وأما أزهار النباتات ذات الفلقتين فتكون أفراد محيطاتها رباعي وخماسي

٩ — وإذا كانت الأزهار المذكرة والأزهار المؤنثة على نبات واحد

يسمى النبات وحيد المسكن Monoecious مثل نباتات الذرة الشامي والخيار ولكن اذا وجدت الأزهار المذكرة أو الأزهار المؤنثة كل منهما على نبات سمي هذا النبات ثنائي المسكن Dioecious مثل النخل .

المتك Anther

مما سبق عرفنا أن السداة تتركب من خيط Filament ومتك Anther والأخير يشتمل على أربعة أكياس لقاحية 4 pollen sacs ممتلئة بحبوب اللقاح ومرتبة ترتيبا يجعل كل كيسين منها على جانب من الموصل Connective tissue وهو امتداد الخيط في وسط المتك وتمر فيه الحزمة الوعائية شكل ١٨١



شكل ١٨١ — المتك الصغير والكبير المنفتح

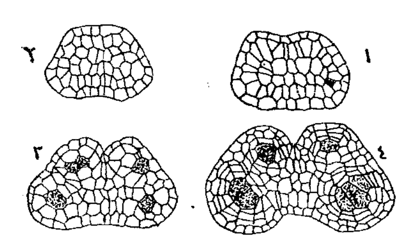
(١) و (٢) و (٣) و (٤) أكياس لقاحية

(أ) حاجز بين الاكياس (ب) حزمة وعائية

نشأة المتك Formation of Anther

يظهر المتك في المبدأ كنتوء مستدير محوط بطبقة البشرة وسرعان ما تنمو خلايا تحت البشرة Hypodermis بنشاط وتنقسم ويتحول هذا النتوء إلى شكل ذي أربعة أركان كل ركن يمثل كيسا لقاحيا شكل ١٨٢ .

فاذا تقدم المتك في السن كبرت خلية من خلايا تحت البشرة في الأركان وانقسمت انقسامات موازية للسطح وتكونت من ذلك خليتان (١) الخارجية Outer parietal cells (٢) الداخلية المولدة لحبوب اللقاح Sporogenous cells



شكل ١٨٢ ـ نشأة المتك

(١) و (٢) نتوء تكون له أربعة أركان

(٣) و (٤) ظهور الخلايا المولدة لحبوب اللقاح

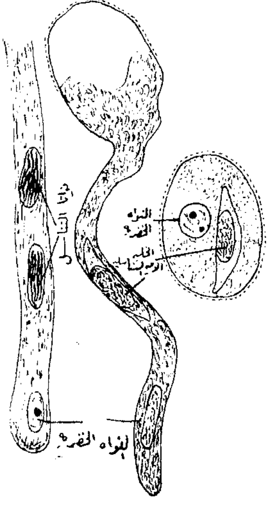
١ — فالخلايا الخارجية منها تكون الطبقة الليفية Fibrous layer التي تكون في مبدأ الأمر غنية بالنشا الذى يزيد فى ثخن الجدار الخلوى وهذه الطبقة تعمل على تفتح الأكياس اللقاحية عند ما تبلغ الحبوب نهاية عمرها وتلى هذه الطبقة من الداخل الطبقة الثانية ثم الطبقة الثالثة الملاصقة للخلايا المولدة وتسمى بالتابيتم Tapetum وهى تستعمل فى تغذية حبوب اللقاح فى أثناء نموها حتى إنها تتلاشى فى النهاية ولا يبقى منها إلا آثار تبطن الجدار الداخلى للكيس اللقاحى .

٢ — الخلايا المولدة Sporogenous cells تكون عادة غنية بالبروتوبلازم وتنقسم وتزداد فى العدد وتعتبر كل منها خلية أمية لحبة اللقاح Pollen mother cell وتنقسم بانقسامين إلى أربعة حبوب لقاح وأحد الانقسامين اختزالى .

تركيب حبة اللقاح The structure of pollen grain

حبة اللقاح لها جداران خارجى Exine وداخلى Intine يحيطان بمادة البروتوبلازم المنغمسة فيها النواة الخضرية Vegetative nucleus والخلية التناسلية الأمية Antheridial mother cell

نمو حبة اللقاح Germination of pollen grain



شكل ١٨٣

عند ما تبلغ حبوب اللقاح نهاية عمرها تنتقل من الكيس اللقاحى بعوامل مختلفة منها الحشرات والرياح والانسان والمياه وغير ذلك إلى المياسم حيث تجد الموضع الخصب لنموها .

تنشأ من حبة اللقاح فى هـــذا الموضع أنبوبة تمر فيها الخلية التناسلية الأمية وتنقسم نواتها إلى نواتين تناسليتين Two generative nuclei وتسبحان فى بروتوبلازم الأنبوبة الواحـــدة وراء الأخرى وفى نهاية الأنبوبة نلاحظ النواة الخضرية Vegetative nucleus شكل ١٨٣

البويضة Ovule

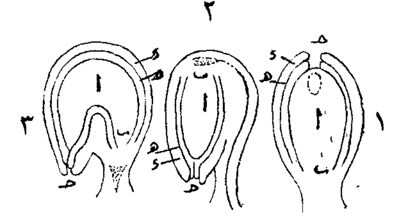
تنشأ البويضة فى مبيض الكربلة من المشيمة Placenta كنتوء مرفوع على الحبل السرى هو النيوسيلة Nucellus وينمو من قاعدتها أل Chalaza غلافان أو غلاف واحد كما فى ملتحمة البتلات تحيط بالبويضة من جميع الجهات ما عدا ثقباً ضيقا هو النقير Micropyle

وتعمل الأغلفة فى حفظ مشتملات الكيس الجنينى قبل الأخصاب وبعده كما أنها عند ما يكمل نمو الجنين تكون قصرة البزرة التى تحفظ الجنين من المؤثرات الخارجية وفى بعض الأوقات تساعد انتشار البزور هنا وهناك بزوائدها التى تنمو منها .

والنقير هو الفتحة التى تمر منها أنبوبة حبة اللقاح فتخرج منها النواتان الذكريتان إلى البيضة والنواة الثانوية كما أنه عند انبات الأجنة يمر منه الماء والهواء اللازمان لانباتها

أشكال البويضة Forms of Ovule

توجد للبويضة أشكال يمكن ملاحظة بعضها فى شكل ١٨٤ وفيما يأتى شرحها



شكل ١٨٤ ـ أشكال البويضة

(١) بويضة مستقيمة (٢) بويضة منعكسة (٣) بويضة منحنية

(ا) النيوسيلة (ب) الكلازا (ج) النقير (د) الغلاف الخارجى (هـ) الغلاف الداخلى

١ — البويضة المستقيمة Atropous Ovule

فى هذا النظام تظهر البويضة والكيس الجنينى مستقيمين تماما وتقع الكلازا chalaza والسرة Hilum فى جهة واحدة والنقير Micropyle يكون مواجها للكلازا كما فى فصيلة الحيض والحريق

٢ — البويضة المنعكسة Anatropous Ovule

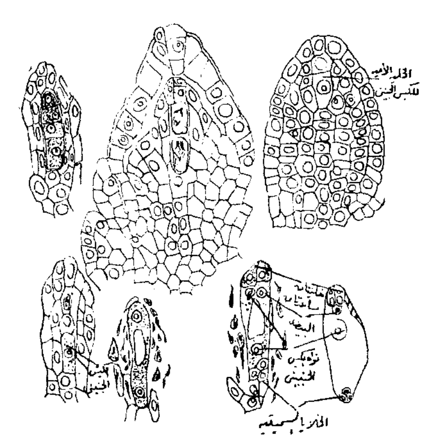
جسم البويضة فى هذا الشكل ينحنى فى أثناء النمو ويلتصق جزء منه يسمى الرافى Raphe بالحبل السرى funicle لمسافة ما والكيس الجنينى يبقى مستقيما ويصبح النقير والسرة فى جهة واحدة مواجهين للكلازا Chalaza وهذا النظام منتشر فى غالب النباتات المزهرة

٣ — البويضة المنحنية Campylotropous

فى هذا النظام تظهر البويضة والكيس الجنينى منحنيين حتى إن النقير يقع بالقرب من الحبل السرى ولا يحدث تلاصق بينهما وتصبح السرة والكلازا والنقير فى جهة واحدة كما فى العائلة الصليبية والعائلة البقلية

نشأة الكيس الجنينى Formation of Embryo

تظهر خلية من خلايا النيوسيلة شكل ١٨٥ تحت البشرة مباشرة



شكل ١٨٥ ـ يبين نشأة الكيس الجنينى

ذات نواة كبيرة ومادة بروتوبلازمية غزيرة وتسمى بالخلية الانشائية Archesporium (Embryo mother cell) وتتقسم إلى أربع خلايا بانقسامين أحدهما عادى والآخر اختزالى فيتكون منها أربع خلايا ثلاث منها تتلاشى وتبقى واحدة يتكون منها الكيس الجنينى كما يأتى

تنقسم نواة الكيس الجنينى إلى نواتين كل منهما تتجه إلى قطب أى أن أحداهما

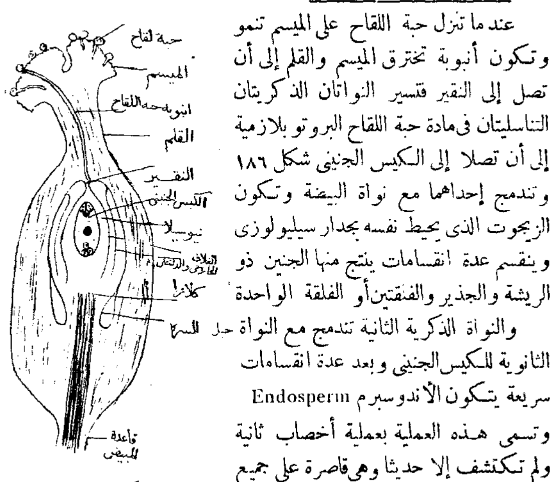
تتجه نحو الميكروبيل والأخرى تتجه نحو الكلازا وكل من هذين النواتين تنقسم انقساماً عادياً مرتين فينتج عن ذلك أربع نويات عند كل قطب . ثلاث من هذه النويات القريبة من النقير تحيط نفسها بجدار من السيتوبلازم وتكون الجهاز البيضى Egg apparatus وهو البيضة Egg والخليتان المساعدتات Synergidae التى تساعد مرور النواتين الذكريتين إلى البيضة والنواة الثانوية .

والنويات الثلاثة القريبة من الكلازا تحاط كل منهما بجدار وتكون مايسمى بالخلايا السميتية Antipodal cells

وأما النواة الرابعة من كل قطب فتسبح عند وسط الكيس الجنينى وتتحدان لتكونا النواة الثانوية للكيس الجنينى Secondary nucleus ويصبح عدد كروموسوماتها ضعف عدد كروموسومات البيضة .

الاخصاب Fertilisation

عند ما تنزل حبة اللقاح على الميسم تنمو وتكون أنبوبة تخترق الميسم والقلم إلى أن تصل إلى النقير فتسير النواتان الذكريتان التناسليتان فى مادة حبة اللقاح البروتوبلازمية إلى أن تصلا إلى الكيس الجنينى شكل ١٨٦ وتندمج إحداهما مع نواة البيضة وتكون الزيجوت الذى يحيط نفسه بجدار سيليولوزى وينقسم عدة انقسامات ينتج منها الجنين ذو الريشة والجذير والفلقتين أو الفلقة الواحدة



شكل ١٨٦

والنواة الذكرية الثانية تندمج مع النواة الثانوية للكيس الجنينى وبعد عدة انقسامات سريعة يتكون الأندوسبرم Endosperm وتسمى هذه العملية بعملية أخصاب ثانية ولم تكتشف إلا حديثا وهى قاصرة على جميع النباتات مغطاة البزور .

والأندوسبرم إما أن يتغذى به الجنين أثناء تكوينه فتصير البزور عديمة الأندوسبرم Exendospermous مثل الفول والعدس والبازلاء وإما أن يبقى جزء منه يحيط بالجنين بعد تكامل نموه فيقال للبزرة ذات أندوسبرم Endospermous مثل الخروع والقمح والبلح والبصل . وفى كلتا الحالتين السابقتين يتلاشى نسيج النيوسيلة ولا يبقى إلا الجنين مكتنزاً غذاءه فى نفسه أو حوله مالئاً جميع حيز القصرة . وقد يحدث أن جزءاً من النيوسيلة يبقى بعد تكون الجنين ويستعمل لغذائه وقت الانبات ويقال لهذا الغذاء البريسبرم Perisperm

مع ملاحظة أن نواة الكيس الجنينى بعد اخصابها تصبح ذات كروموسومات عددها قدر عدد كروموسومات الجاميطة ثلاث مرات لأنها نتيجة اندماج نواتين انثيتين ونواة ذكرية ٢ ن + ن = ٣ ن وتسمى هذه العملية Triple Fusion nucleus

الثمار والبزور وانتشارها

Fruits, Seeds and their dispersal

عمليتى اخصاب وتلقيح البويضات لا تقتصر على تكون البزور بل يسرى هذا المفعول إلى جدار المبيض Pericarp كما فى البازلاء وقد ينمو التخت أيضا تبعا لذلك وتنغرس فيه الثمار الحقيقية مثل الشليك وتسمى هنا ثمرة متجمعة أو يحيط بالثمرة الحقيقية مثل ثمرة التفاح والكمثرى وتسمى ثمرة كاذبة وكذلك يحدث للكأس عدة تغيرات ويحيط بالثمرة ليساعد فى الانتشار كما فى نبات القتاد Astragalus وقد يحدث لمحور الشمراخ وجميع الأزهار الموجودة داخله تغيير ويكون ثمرة مركبة مثل التين والتوت .

والثمرة الصادقة True fruit هى ما تتكون من جدار المبيض والبزور داخله وجدار المبيض إما أن يكون جافا كما فى قرنة الفول وإما أن يكون غضاً شحميا كما فى العنب والمشمش

والثمرة الكاذبة Pseudocarp F. هى التى يدخل فى تركيبها بعض أعضاء الزهرة الغير أساسية أو التخت أو محور الشمراخ بما عليه من الأزهار

والثمار حسب التغيرات التى تحدث لجدار المبيض تنقسم إلى :

١ — ثمار جافة Dry Fruits

٢ — ثمار طرية Fleshy Fruits

١ — والثمار الجافة Dry Fruits تنقسم حسب تفتحها وعدمه إلى :

(١) الثمار غير المتفتحة Indehiscent Fruits

(٢) ثمار قابلة للتفتح Dehiscent Fruits

(٣) ثمار منشقه Schisocarpic Fruits

١ — الثمار غير المتفتحة Indehiscent Fruits

وهى التى يظهر فيها جدار المبيض ثخينا خشبيا أو جلديا فيحفظ البزور ذات القصرة الرقيقة داخله وبتآكله وزواله لأى سبب مثل التعفن تنطلق البزور وتنتشر هنا وهنالك إلى أن تجد الجو والتربة المناسبة فتنبت وهذه الثمار لها أقسام منها :

أولا : البندقة Nut وهى الثمرة التى تأتى من مبيض سفلى جداره يصبح خشبيا ويحتوى بزرة واحدة فى جوفه مثل البندق والبلوط شكل ١٨٧

ثانيا : السبسلاء Cypsela وهى نوع من البندقة فيه المبيض سفلى يتكون من كربلتين متحدتين وجداره جلدى ويشتمل على بزرة واحدة وكثيراً مايتحول الكأس إلى شعيرات Pappus تساعد فى انتشار الثمار شكل ١٨٨

شكل ١٨٧

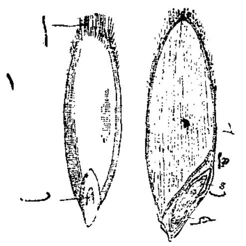
ثالثا : الفقيرة Achene هذه الثمرة تأتى من مبيض علوى سائب الكربلات جداره جلدى رقيق وبه بزرة واحدة يمكن فصلها من جدار المبيض مثل الشليك والورد شكل ١٨٩

رابعاً : البرة Caryopsis وهى ثمرة ذات مبيض علوى يشتمل على بزرة واحدة وجداره رقيق ويتصل بالقصرة اتصالا تاما لايمكن فصلهما من بعض مثل القمح شكل ١٩٠ وقد تغلف الثمار بالقنابة المستديمة مثل الشعير البلدى والأرز

شكل ١٨٨







شكل ١٨٩ — شكل ١٩٠ — شكل ١٩١

(١) ثمرة القمح (أ) بقايا الميسم (ب) موضع الجنين (٢) قطاع طولى فى الثمرة (أ) القصعة (ب) الريشة وغلافها (ج) الجذير وغلافه

خامسا : الثمرة الجناحية Samara وهى نوع من الثمار الفقيرة إلا أن جدار المبيض فيها صار خشبيا شكل ١٩١ ونمت منه زوائد تشبه الأجنحة تساعد فى انتشار الثمار بالرياح مثل ثمرة أبو المكارم والحميض

(٢) ثمار قابلة للتفتح Dehiscent Fruits

وهى ثمار ذات جدار جاف ينفتح عند النضج بطرق عدة فتنطلق البزور ذات القصرة الثخينة لوقايتها من المؤثرات الخارجية وهذه الثمار يكون بها عدة بزور وهى على أقسام منها :

أولا : الجرابية Follicle وهى تتكون من كربلة واحدة علوية تنفتح عند تمام النمو لدى التدريز البطنى Ventral Suture مثل ثمرة العايق Dilphinium

ثانياً : القرنة Legume وهى تتركب من مبيض علوى ذى كربلة واحدة وعند بلوغ البزور نموها النهائى ينفتح القرن لدى التدريزين البطنى والظهرى Dorsal Suture على السواء ثم يلتوى المصراعان بحركة قد تكون شديدة تساعد على توزيع البزور وانتشارها مسافة بعيدة من النبات الأصلى ويلاحظ فى قرنة الفول مثلا بقاء الكأس المستديم لدى القاعدة وبقايا الميسم عند القمة شكل ١٩٢

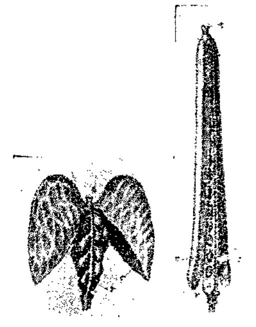
ثالثا : الخردلة Siliqua والخريدلة Silicula

الخردلة وهى ثمرة مستطيلة ذات مبيض علوى ذى كربلتين متحدتين بحوافهما صانعين غرفة واحدة Unilocular وتنمو من نقطة التحام الحواف فى مواضع مختلفة المشائم التى تتولد منها البزور ومع ذلك فانه ينمو حاجز كاذب False septum (Replum) يفصل الغرفة إلى غرفتين كما فى الكبر ويلاحظ أن هذه الثمرة مستطيلة ولكن الخريدلة هى خردلة قصيرة طولها يقرب من عرضها وعند انفتاح هاتين الثمرتين ينفتح المصراعان من اسفل إلى اعلى ولا يلبثان طويلا حتى ينفصلا وأما الحاجز الكاذب الشفاف فيبقى متراصة على جانبيه البزور التى تنفلت منه سابحة فى الهواء لصغرها .

وقمة الثمرة يظهر عليها القلم والميسم جليا وعند القاعدة يلاحظ ندب هى آثار الأغلفة الزهرية الأخرى شكل ١٩٣

شكل ١٩٢

رابعا : العلبة capsule هى ثمرة ذات مبيض علوى أو سفلى يشتمل على كثير من البزور وتتركب من كربلتين مثل Cleome arabica أو من اكثر من ذلك وهى تنفتح إما طوليا كما فى ثمرة الداتورة أو عرضيا كما فى ثمرة عين القط Anagallis والرجلة Portulaco أو بالثقوب كما فى الخشخاش Papaver شكل ١٩٤ والانفتاح الطولى له ثلاث حالات (١) اما أن يكون لدى التدريز الظهرى ويسمى انفتاح ظهرى Loculicidal مثل القطن والبنفسج (٢) وإذا انفتحت الكرابل عند نقطة التحامها يسمى الانفتاح حاجزيا Septicidal (٣) وإذا انفتحت الثمرة وسقطت جدرها تاركة البزور متصلة بحوافها يسمى الانفتاح صماميا Septifragal مثل ثمرة أبو قرن



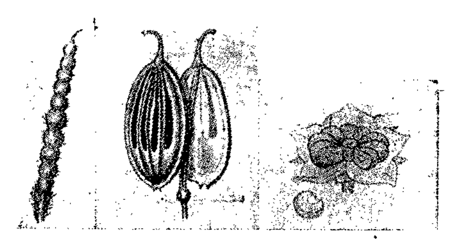
شكل ١٩٣



شكل ١٩٤ - أشكال ثمار العلبة
(١) ثمرة الداتورة (٢) ثمرة القطن
(٣) ثمرة الخشخاش (٤) ثمرة عين القط

(٣) الثمار المنشقة Schizocarpic fruits

هى ثمار جافة يتركب مبيضها من كربلتين فأكثر وعندتمام نمو البزور تنفصل يما حولها من جدار المبيض شكل ١٩٥ والانفصال إما أن يكون عرضيا وفيها المبيض تحصل له انقباضات بين البزور مثل السنط . وقد تنفصل الكرابل بعضها من بعض طوليا من التدريز البطنى وسط الكربلة أو من نقطة اتصال الكرابل



شكل ١٩٥ - الثمار المنشقة

أو قد تنفصل الكرابل فقط من بعضها وتبقى متصلة بالمحور لدى القمة كما فى الكراوية واليانسون والشمر وغيرها من نباتات العائلة الخيمية

٣ — الثمار الطرية Fleshy fruits

الثمار الطرية ذات جدار متشحم غض ثخين وهو ينمو إلى طبقات ثلاث. الطبقة الخارجية Exocarp والوسطى Mesocarp والداخلية Endocarp وتنقسم بالنسبة لما يحدث لهذه الطبقات إلى :

أولا : الثمرة اللبية Berry

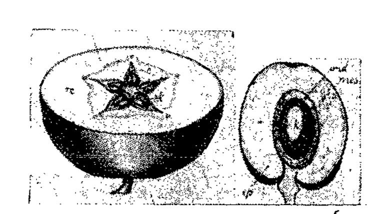
الثمرة اللبية هى التى تكون فيها الطبقة الخارجية من جدار المبيض رقيقة جلدية وأما الطبقتين الوسطى و الداخلية فقدلا تتميزان من بعضهماوهمامتشحمتان وتوجد البزور منغرسة بهما والمبيض إما علوى مثل الطماطم والعنب والبلح أو سفلى مثل البطيخ والقثاء واللعبة المرة Bryonia cretica وغيرها

ثانيا : الثمرة الحسلة Drupe

ثمرةعلوية مكونةمن كربلة واحدة طبقتها الخارجية جلدية والوسطى شحمية وأما الداخليـة فخشبية تحمى البزرة ذات القصرة الجلدية الرقيقة مثل اللوز والمشمش شكل ١٩٦

ثالثا : الثمرة التفاحية Pome

وهى ثمرة غضة لا دخل للمبيض فى هذا التشحم الذى يحدث عادة من تضخم التخت وامتلائه بالمادة الغذائية وهو يحيط بالمبيض وما به من البزور مثل التفاح والكمثرى ولذلك فهذه الثمرة كاذبة Pseudocarp وما يؤكل هنا فى هذه الثمرة هو التخت شكل ١٩٧



شكل ١٩٦
قطاع فى ثمرة المشمش

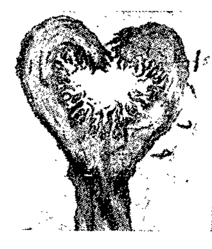
شكل ١٩٧
قطاع فى ثمرة التفاح

الثمار المركبة Compound fruits

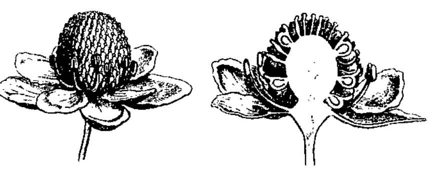
وهى الثمار التى يدخل فى تركيبها جميع محور الشمراخ الزهرى بما عليه من أزهار مثل التين شكل ١٩٨ والتوت

الثمار المتجمعة Aggregate fruits

وهى الثمـار التى تنتج من تجمع عدة ثمار بسيطة غير منفتحة أو قابلة للانفتاح مثـل الفقيرات شكل ١٩٩ أو الجرابيات .



شكل ١٩٨
ثمرة التين لاحظ تركيبها



شكل ١٩٩
مجموعة فقيرات وقطاع طولى فيها

انتثار البزور والثمار

Dispersal of seeds and fruits

عند نضج الثمار والبزور قد تسقط على الأرض قريبة من أمها وتنمو جميعها اذا توفرت لها الظروف المناسبة ولكن لا يبقى إلا الأصلح وهذا ما يقلل من محصول النباتات إذ لا يمكن أن تنمو كل البزور إلى شجيرات أو أشجار أو نباتات عشبية مجتمعة فلذلك نجد البزور والثمار مزودة بزوائد تساعد فى انتثارها من كان لآخر بعدة عوامل منها :

١ — الهواء Air

تظهر قوة الرياح فى انتثار البزور فى الصحراء حيث السهول المنبسطة والنباتات الصحراوية الكثيرة ذات البزور الصغيرة الحجم الملساء التى يسهل نقلها بأقل قوة للرياح مثل الميزيمريانسمم Mesembrianthemum وبزور الخشخاش Papaver والمنتور الجبلى Matthiola وغيرها .

وقد تنمو من قصرة البزور شعيرات تغطيها وتخفف من وزنها فتساعد الرياح على حملها لمسافة بعيدة مثل الديميا Daemia والمجنونة Cleome arabica

وقد ينمو جدار البزرة إلى زوائد جناحية مثل الجكارندا أو يتحور الكأس إلى شكل كيس هوائى يحفظ الثمرة داخله مثل القتاد Astragalus أو يتحول إلى شكل أجنحة مثل الحميض Rumex أو ينمو من جدار المبيض زوائد جناحية مثل أبو المكارم كل هذه تساعد الرياح فى نقل البزور من مكان إلى آخر

٢ — الماء Water

الماء أيضا عامل مهم فى انتثار البزور والثمار خصوصا صغيرة الحجم ذات السطوح الملساء وأيضا اذا كان لها زوائد كما مر فى وصف النباتات التى تنتشر بالرياح إذا مررنا فى الصحراء بعد هطول الأمطار بمدة نلاحظ وجود بادرات عديدة لنباتات مختلفة نامية فى المنخفضات حيث تتجمع مياه المطر

وأما النباتات المائية فإن لها تركيب خاص فى ثمارها وبزورها يجعلها تقاوم

المدة الطويلة التى تحياها الأجنة فى المياه بدون أن يتسرب اليها التعفن ولها أيضا زوائد تساعدها على العوم فى الماء من مكان لآخر حتى تتهيأ لها الظروف لنموها

٣ — الانتثار بواسطة الحيوان والطيور والإنسان

هذا النوع من الانتثار يكون فى الثمار أو البزور ذات اللون الجذاب أو ذات المذاق الحلو المغذى أو تكون ذات زوائد خطافية تشتبك بفراء الحيوان أو بملابس الانسان أو ذات مادة لزجة تلتصق بأى شىء يلامسها .

ويلاحظ فى هذه الثمار أو البزور تكون ذات غلاف خشبى فتتحمل العصارات المعدية ويحتفظ الجنين بحيويته بعد خروجه على الأرض مع البراز فقد جربت عدة تجارب على بزور الخروب التى عثر عليها فى بعر الجمل فى الواحة الخارجة على سفوح التلال الرملية ووجدت أنها محتفظة بحيويتها إذ أعطت المجموعين الجذرى والخضرى وكذلك وجدت نباتات الطماطم نامية بعد هطول الأمطار وسط كتل من براز الانسان فهذا يدل على أن بزورها عندها قوة تحتمل الخمائر فى معدة الانسان

وكذلك بزور المخيط بعد خروجها من القناة الهاضمة للطيور يمكن أن تبرهن على حيويتها إذ تعطى نباتات جديدة وهكذا

٤ — الانتثار بالقوى الميكانيكية Explosive Fruits

فى بعض الأحيان غلاف الثمرة يلتف التفافا لولبيا بعد نضجها فيساعد على انتثار البزور إلى مسافات من النبات الأصلى مثل الفول والبازلاء والحندقوق

ويلاحظ أيضاً عند تشقق ثمرة الخروع والخبازى تنفصل أجزاؤها بقوة تبعدها عن النبات مسافة كبيرة

ونبات الجيرانيوم Geranium والأوروديم Erodium ثمارهما لا يزال القلم متصلا بها ويلتوى فجأة ويقذف بالبزور لمسافة بعيدة وإنه ينفرد إذا ابتل بالماء ويلتوى إذا جف وهاتان الحركتان الانفراد والالتواء تساعدان أيضاً فى انغماس البزور فى التربة

تقسيم النباتات مغطاة البزور Angiosperm

مغطاة البزور هى النباتات المزهرة الراقية البزرية التى تشتمل على مبيض يحيط بالبويضات . وهذا المبيض يكون فيما بعد الثمار والبويضات تكون البزور وتنقسم مغطاة البزور حسب عدد الفلقات إلى قسمين وهما :

١ — النباتات ذات الفلقتين Dicotyledonous Plants

٢ — « « الفلقة الواحدة Monocotyledonous Plants

والجدول الآتى يبين الفرق بين القسمين :

النباتات ذات الفلقتين	النباتات ذات الفلقة الواحدة
١ ـ يكون لأجنتها فلقتين	١ ـ يكون لأجنتها فلقة واحدة
٢ ـ الجذور فى الغالب أصلية لأنها عبارة عن استطالة الجذير Radicle	٢ ـ الجذور فى الغالب عرضية لأن الجذر الأصلى يموت ويحل محله جذور عرضية من قاعدة الريشة أو من العقد
٣ ـ الساق تغلظ بالنسبة لما يحدث فيها من النمو الثانوى	٣ ـ الساق لا تزداد فى الغلظ إلا فى أحوال قليلة
٤ ـ الأوراق بسيطة أو مركبة لها اذينات أو عديمة الأذينات وقد تكون لها أغماد ونظام التعريق فيها شبكى	٤ ـ الأوراق بسيطة غالباً وفى النخيل تكون مركبة ولها اغماد ونظام التعريق فيها متواز وقد يكون شبكياً كما فى القلقاس
٥ ـ محيطات الزهرة ثنائية أو رباعية أو خماسية	٥ ـ محيطات الزهرة ثلاث أو مكرراتها
٦ ـ انبات البزور أرضى أو هوائى	٦ ـ انبات البزور هوائى غالباً لأن الفلقة تكون غلافا يغطى الريشة ويستطيل معها ويظهر فوق سطح الأرض
٧ ـ تشريح الجذر يشير إلى أنه ذو حزم محدودة ويحدث له تغليظ ثانوى	٧ ـ الجذر ذو حزم كثيرة إلا فى أحوال جذر البصل ولا يحصل له تغليظ ثانوى

النباتات ذات الفلقتين	النباتات ذات الفلقة الواحده
	بالمعنى المعروف
٨ ـ الساق يحدث لها تغليظ ثانوى	٨ ـ الساق لا يحدث لها تغليظ ثانوى إلا فى حالة الصبار Aloe والدراسينا Dracaena
٩ ـ الحزم الوعائية مفتوحة ذات جانب أو جانبين وتكون فى شكل دائرة	٩ ـ الحزم الوعائية مقفولة ذات جانب وتكون مبعثرة فى النسيج الأساسى
١٠ ـ النسيج الأساسى فى الساق تتميز فيه ثلاث طبقات القشرة والشعاع النخاعى والنخاع	١٠ ـ النسيج الأساسى فى الساق لا يتميز إلى قشرة وشعاع نخاعى ونخاع إلا فى أحوال قليلة
١١ ـ اللحاء يتركب فى الغالب من خلايا مرافقة وأنابيب غربالية وخلايا بارنشيمية	١١ ـ يتركب اللحاء من الخلايا المرافقة والأنابيب الغربالية
١٢ ـ الخشب الأول Primaryxylem لا يكون على شكل الرقم ٧	١٢ ـ الخشب الأول Primaryxylem يكون عادة على شكل الرقم ٧
١٣ ـ النسيج الميزوفيلى فى الأوراق عادة يوجد له نوعان من الخلايا (١) الخلايا العمادية (٢) الخلايا الاسفنجية كما فى ورقة الفول	١٣ ـ النسيج الميزوفيلى فى الأوراق قد لا يتميز إلى خلايا عمادية ولا خلايا اسفنجية كما فى ورقة القمح

تقسيم النباتات ذات الفلقتين

قد قسم انجلر Engler وبرانتل Prantl النباتات ذات الفلقتين إلى تحت القسمين الآتيين حسب وجود التويج وعدم وجوده أو اتحاد البتلات وعدم اتحادها

— الأرشكلاميدى Archichlamydeae وهو الذى يجمع كل النباتات ذات الأزهار عديمة التويج أو يكون تويجها سائب

٢ ــ السمبتلا Sympetalae وهو الذى يجمع كل النباتات التى يكون لأزهارها تويج ملتحم البتلات

ونقتصر هنا على ذكر بعض العائلات المهمة من الوجهة الزراعية التابعة لكل منهما :

الارشكلاميدى Archichlamydeae

يورتكالز	Urticales
١ ــ العائلة التوتية	Moraceae
رانالس	Ranales
٢ ــ العائلة الشقيقية	Ranunculaceae
رودالس	Rhoeadales
٣ ــ العائلة الخشخاشية	Papaveraceae
٤ ــ العائلة الصليبية	Cruciferae
روزالس	Rosales
٥ ــ العائلة الوردية	Rosaceae
٦ ــ العائلة البقلية	Leguminosae
جيرانيالز	Geraniales
٧ ــ العائلة السذبية	Rutaceae
ملفالز	Malvales
٨ ــ العائلة الخبازية	Malvaceae
٩ ــ العائلة الكتانية	Linaceae
امبلفلورى	Umbelliflorae
١٠ ــ العائلة الخيمية	Umbelliferae
سمبتلا	Sympetalae
كيوكوربتالز	Cucurbitales
١١ العائلة القرعية	Cucurbitaceae

كامبانيولاتى	Campanulatae
١٢ ــ العائلة المركبة	Compositae
	Monocotyledons
جلو ميفلورى	Glumiflorae
١٣ ــ العائلة النجيلية	Gramineae
ليليفلورى	Liliiflorae
١٤ ــ العائلة الزنبقية	Liliaceae

(١) العائلة التوتية Moraceae

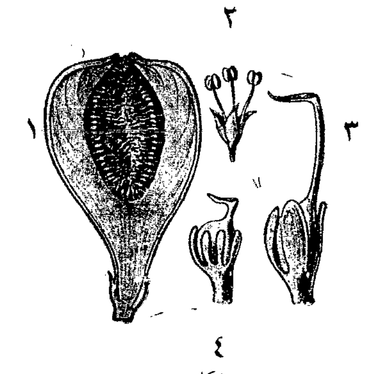
نباتات هذه العائلة اشجار أو شجيرات تشتمل على قنوات لبنية منتشرة فى نسيج القشرة ونسيج اللحاء وتكون بعض نباتاتها متساقطة الأوراق Decidious وبعضها مستديم الخضرة Evergreen

الورقة Leaf

الورقة بسيطة مفصصة او تكون كاملة لامعة مغطاة بمادة شمعية ـ معنقة ـ ذات اذينات متساقطة تترك آثاراً تدل عليها وهذه الأذينات تحيط بالبرعم قبل تفتحه ـ والتعريق شبكى

النورة Iflorescence

النورة سيمية والشمراخ مجوف يشبه الجرة ذو فتحة ضيقة تسد بشعيرات عقيمة والازهار المذكرة اسفل الشعيرات ثم تلى هذه الأزهار المؤنثة المختلطة بالأزهار المؤنثة التى تأويها الحشرات شكل ٢٠٠ . كما فى التين او يكون قرصى الشكل كما فى نبات Dorstenia تنغرس الأزهار فى سطحه العلوى او يكون مخروطياً ويحمل الأزهار على جوانبه كما فى التوت



شكل ٢٠٠

(١) نورة التين (٢) زهرة مذكرة (٣) زهرة مؤنثة (٤) زهرة مؤنثة مأوى لحشرات

الزهرة Flower

وحيدة الجنس اى انها اما مذكرة أو مؤنثة ـ منتظمة ـ سفلية ـ لها غلاف واحد Perianth مكون فى العادة من أربع وريقات وهى تشتمل عادة على ثلاث محيطات كما يأتى:

١ ـ الغلاف الزهرى Perianth

يتكون من ٢ ـ ٦ ورقات

٢ ـ الطلع Androecium

يتكون الطلع غالبا من أربع أسدية

المتاع Gynaeceum

المتاع يتكون من كربلتين احداهما تختزل ولا يبقى ما يدل عليها سوى القلم والميسم والمبيض وحيد المسكن Unilocular ذو بيضة واحدة وضعها المشيمى قمى

التلقيح Pollination

يحدث التلقيح فى نوع من التين الازمرلى بذبابة خاصة تسمى بلاستوفاجا

Blastophaga واما الجميز فيحدث التلقيح فى ازهاره بحشرة تسمى سيكوفاجا Sycophaga

الثمرة Fruit

الثمرة مركبة من مجموعة فقيرات Achenes أو مجموعة حسلات Drupes ويلاحظ فيها ان حامل الأزهار اصبح مقعراً ومتشحما ومحيطاً بالثمار كما فى التين والجميز او اصبح مخروطيا تنغرس فيه الثمار كما فى التوت ـ وعلى العموم فما يؤكل من هذه الثمرة فهو الحامل بما عليه من ثمار وغلاف الأزهار المؤنثة والأزهار المذكرة

البزرة Seed

للبزرة قصرة رقيقة جلدية تحيط بمادة الاندوسبرم المنغرس فيه الجنين الصغير الذى يتكون من ريشة وجذير وفلقتين

فوائد النباتات

التوت الأبيض Morus alba والتوت الاسود Morus nigra اشجار متساقطة الأوراق تزرع للتغذى بثمارها وتربى دودة الحرير على اوراقها.

التين Ficus

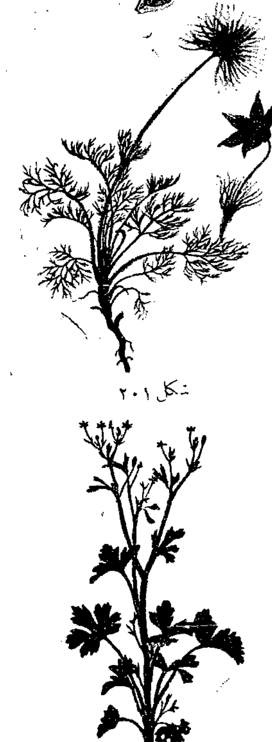
اشجار وشجيرات خاصة بمنطقة البحر الابيض المتوسط وقد توجد فى المناطق الاستوائية. واشجار التين البنغالى Ficus bengalensis تزرع فى جزائر الهند الشرقية

وبزور التين البنغالى تنقل بالطيور التى تتغذى على ثمارها الى افرع الأشجار الأخرى فتنمو كنباتات حلمية لا تلبث طويلا ان تقتل النبات المتسلق عليه وتتصل جذورها بالتربة وتنمو منها شجرة واسعة النطاق ذات افرع كبيرة وجذور هوائيه مدلاة من الافرع.

وأما التين الازمرلى والبرشومى وغيرهما فتزرع لثمارها

والفيكس الاستكا Ficus elastica هى اشجار ضخمة يؤخذ منها جميع انواع الكاوتشوك. وذلك بان يحز القلف فتخر المادة اللبنية فتؤخذ وتُجرَى عليها عمليات كثيرة لتنقيتها مما بها من المواد الاخرى ثم يصنع منها الكاوتشوك

العائلة الشقيقية Ranunculaceae



شكل ٢٠١



شكل ٢٠٢

نباتات هذه العائلة اعشاب حولية او معمرة كما فى شكل ٢٠١ وقد تكون شجيرات .

الجذر Root

الجذر الاصلى يموت ويحل محله جذور عرضية تتدرن وتنتفخ فى بعض الاحيان كما فى نبات قلنسوة الراهب Aconitum napellus (Monkshood)

الساق Stem

عشبى او ريزوم او خشبى وقد يكون متسلقاً كما فى نبات كليماتس Clematis

الورقة Leaf

مركبة راحية شكل ٢٠٢ او مجزأة كثيراً ولها اغماد تحيط بالساق عند العقد وترتيبها على الساق متبادل كما فى نبات الكليماتس Clematis

النورة Inflorescence

النورة محدودة Cymose غالبا كما فى نبات الشقيق Ranunculus (Buttercup) أو غير محدودة Racemose كما فى العائق Delphinium (Larkspur) وقد تكون الزهرة طرفية كما فى الأنيمون أو

تكون الزهرة إبطية كما فى حبة البركة Nigella sativa

الزهرة Flower

الزهرة خنثى ـ منتظمة غالبا Actinomorphic وقد تكون جميع محيطاتها سوارية أو تكون بعض محيطاتها سوارية والبعض الآخر غير سوارى وقد تكون وحيدة التناظر Zygomorphic كما فى العائق

الغلاف الزهرى Perianth

قد يتميز الغلاف الزهرى إلى كأس وتويج كما فى جنس الشقيق Ranunculus ويتركب من خمس سبلات متبادلة مع خمس بتلات وقد تتحول ورقات الغلاف الخارجى إلى مهماز تحفظ داخلها الغدد المتحولة عن أسدية كما فى جنس الكليماتس Clematis

والسلكترم Thalictrum لا يوجد إلا محيط واحد يعتبر كأسا للزهرة ولا توجد غدد عسلية وفى الأنيمون يكون الكأس بتليا ويتكون من خمس إلى تسع بتلات وفى الأكويلجيا Aquilegia من خمس سبلات وخمس بتلات وفى العائق Delphinium والأكونيتم Aconitum من خمس سبلات والسبلة الخلفية تتحول إلى مهماز يشتمل على البتلتين الخلفيتين المتحولتين إلى غدد عسلية

الطلع Androecium

عدد الأسدية فى أزهار هذه العائلة غير محدود وتنفتح المتوك انفتاحا خارجيا

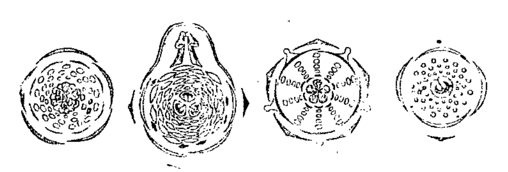
المتاع Gynaeceum

يتركب من عدد الكرابل السائبة تختلف باختلاف النباتات ففى نبات الشقيق الكرابل كثيرة وفى الأكونيتم من ٢ إلى ٥ وفى العائق من ١ الى ٥ ويوجد فى كل مبيض بويضة مقلوبة Anatropous أو أكثر .

القانون الزهرى

⊞ ☿ غا ٥ + ٥ ط ∞ م ∞

الرسم الزهرى كما فى شكل ٢٠٣



شكل ٢٠٣

التلقيح Pollination

يختلف التلقيح باختلاف النباتات . فما كان منها تنضج أعضاء تذكيره قبل أعضاء تأنيثه أو العكس يتلقح تلقيحا خلطيا بالحشرات التى تقع عليها أو بالهواء كما فى بعض أنواع السلكترم Thalictrum

وما كان منها تنضج أعضاء تناسله معا مثل أنواع الأنيمون Anemone يتلقح تلقيحا ذاتيا Self pollinated

وأما الأزهار ذات المهاميز فلا يمكن تلقيحها الا بالحشرات ذات الخراطيم الطويلة مثل العائق

الثمرة Fruit

تكون الثمار مجموعة فقيرات Etaerio of Achenes كما فى الكليماتس او مجموعة جرابيات كما فى الاكوليجيا والعائق أو علبة كما فى حبة البركة Nigella Sativa وفى النادر ما تكون عنبة شحمية كما فى نبات الاكتيا Actaea

البزرة Seed

اندوسبرمية قصرتها تغطى الاندوسبرم الزيتى الذى يحيط بالجنبين .

فوائد نباتاتها :

نباتات هذه العائلة أغلبها يزرع فى الحدائق للزينة وبعضها سام مثل نبات الشقيق المسمى Ranunculus sceleratus ويؤخذ من ريزوماتها بعض المواد القلوية .

العائلة الخشخاشية Papaveraceae

تتميز هذه العائلة بالأنابيب اللبنية Laticiferous tubes التى تفرز المادة

اللبنية ذات الألوان المختلفة باختلاف النباتات ونباتاتها أعشاب حولية كما فى شكل ٢٠٤ أو معمرة وقد تكون شجيرات



شكل ٢٠٤

الورقة Leaf

بسيطة ـ جالسة ـ مفصصة . والتعريق شبكى وليس لها اذينات

الزهرة Flower

خنثى منتظمة تنمو فى قمة الفرع الزهرى سفلية بيضاء اللون أو صفراء أو حمراء . وتتركب من أربع محيطات

الـكاس Calyx

تتركب من سبلتين سائبتين تسقطان بمجرد تفتح البرعم الزهرى .

التويج Corolla

يتركب من أربع بتلات فى محيطين و تسقط بعد تفتح الزهرة بقليل .

الطلع Androecium

يتكون من عدة أسدية فى محيطات

المتاع Gynaeceum

يتكون من كربلتين كما فى اشولزيا Fschscholtzia أو عدة كرابل كما فى الخشخاش أو من ٣ ـ ٤ كما فى الأرجيمون Argemone والوضع المشيمى جدارى

القانون الزهرى فى الخشخاش كما يأتى :

⊞ ⚥ ك٢ ت٢+٢ ط∞ م(∞)

الرسم الزهرى كما فى شكل ٢٠٥

التلقيح Pollination

يكون تلقيحا خلطيا بالحشرات التى تزور الأزهار لتتغذى على حبوب اللقاح

شكل ٢٠٥

الثمرة Fruit

الثمرة علبة تتفتح بالثقوب أو تفتح من أسفل إلى أعلى إلى مصراعين كما نبات الأشولزيا .

ويوجد بعلبة الخشخاش كثير من الحواجز الناقصة التى يدل عددها على عدد الكرابل والبزور تلتصق بهذه الحواجز على كلا الجانبين

البزرة Seed

كلوية التشكل ذات قصرة رقيقة تحيط بالاندوسبرم الزيتى الذى يرقد فى وسطه الجنين الصغير .

فوائد النباتات .

جميع نباتات هذه العائلة يزرع فى الحدائق للزينة . وقد يؤخذ الأفيون من ثمار بعض الخشخاش قبل نضجها .

العائلة الصليبية Cruciferae

نباتات هذه العائلة أعشاب حولية شكل ٢٠٦ أو معمرة .



شكل ٢٠٦

الورقة Leaf

بسيطة . كاملة أو مفصصة . عديمة الأذينات

النورة Inflorescence

غير محدودة . راسيمية . أو مشطية ولا توجد على الشمراخ قنابات أو قنيبات

الزهرة Flower

خنثى ـ سفلية ـ منتظمة ـ وقد تكون وحيدة التناظر مثل الابرس ـ ذات أربع محيطات ـ ذات لون جذاب أصفر أو بنفسجى أو أبيض ويوجد بها غدد عند قواعد الأسدية .

الـكأس Calyx

يتركب من أربع سبلات كل سبلتين فى محيط الخارج منهما يتركب من سبلتين إحداهما أمامية والأخرى خلفية ولكل منهما جيب عند القاعدة يحفظ الغدد السدائية شكل ٢٠٧ والمحيط الداخلى يتركب من سبلتين جانبتين .

التويج Corolla

يتركب من أربع بتلات متصالبة ولكل منها ظلف ونصل متعامدا مع الظلف وهو ملون بألوان مختلفة تعطى لون الزهرة .

الطلع Androecium

يتركب من ست أسدية فى محيطين أى أن السداتين القصيرتين يكونان المحيط الخارجى وأربع الأسدية الأخرى الطويلة تكون المحيط الداخلى .

المتاع Gynaeceum

يتركب من كربلتين متحدتين مكونتين مبيضاً ذا غرفة واحدة وإنما يمتد الحاجز الكاذب False septum بين المشيمتين الجداريتين ويفصل الغرفة إلى غرفتين .

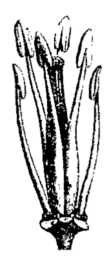
القانون الزهرى لزهرة الكبر كما يأتى :

⊞ ⚥ ك ٢+٢ ت ٤ ط ٢+٤ م (٢)

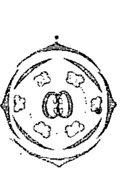
الرسم الزهرى كما فى شكل ٢٠٨

التلقيح Pollination

يحدث تلقيح هذه العائلة اما ذاتيا أو بالحشرات ذات الخرطوم الطويل لتمتص الرحيق من قواعد الأسدية .



شكل ٢٠٧



شكل ٢٠٨

الثمرة Fruit

خردلة أو خريدلة . تنفتح من أسفل إلى أعلى بمصراعين ينفصلان ويتركان الحاجز الكاذب . والبزور متصلة بالمشائم .

وقد تكون الثمرة خريدلة غير متفتحة كما فى نبات السل Zilla spinosa

البزرة Seed

لاأندوسبرمية مستديرة الشكل أو بيضية ذات قصرة بنية رقيقة جلدية يوجد عليها ندبة بيضاء هى السرة وتغطى الجنين الذى يتركب من فلقتين منطويتين على بعضهما أو منبسطتين والريشة بينهما والجذير المنحنى فى الفلقة الداخلية . وقد ينمو من القصرة غشاء رقيق أبيض ويحيط بها ويساعد فى انتثار البزور بالهواء كما فى نبات الجربة Farsetia aegyptiaca

فوائد النباتات

يزرع كثير من هذه النباتات فى الحدائق للزينة وبعضها يزرع كخضار مثل القنبيط والكرنب والفجل واللفت وغيرها .

العائلة الخبازية Malvaceae

نباتات هذه العائلة شجيرات أو أعشاب معمرة أو حولية وعادة تغطى بشعيرات

الورقة Leaf

بسيطة . راحية . ذات عنق . ذات أذينات تسقط بسرعة ـ نظام التعريق فيها شبكى

النورة Inflorescence

قد تكون الأزهار وحيدة إبطية أو تكون فى نورة سيمية أو عنقودية

الزهرة Flower

خنثى منتظمة سفلية . وعادة لها تحت كأس يختلف عدد أجزائه باختلاف النبات فيكون ثلاث وريقات كما فى الخبازى والقطن وست الى تسع كما فى التيل والخطمية

الـكأس Calyx

يتركب من خمس سبلات سائبة من أعلى وملتحمة من أسفل مستديمة حتى بعد تـكون الثمار وقد توجد غدد فى السبلات وتحت الـكأس

التويج Corolla

يتركب من خمس بتلات سائبة وملتفة بعضها على بعض فى حالة البرعم

الطلع Androecium

يتركب من عدة أسدية متحدة فى شكل أنبوبة تحيط بالمتاع . والمتك له فص واحد ذو غرفتين وحبوب اللقاح شوكية غالبا وهذا مايساعدها على الالتصاق بالحشرات

المتاع Gynaeceum

يتركب من كربلتين أو عدد كثير من الـكرابل ملتحمة والوضع المشيمى مركزى وعدد المساكن بقدر عدد الـكرابل . والاقلام متحدة والمياسم سائبة وعددها يدل على عدد الـكرابل

والقانون الزهرى فى القطن كما يأتى :

⊞ ☿ ك(٥) ت٥ ط∞ م(٣)

والرسم الزهرى كما فى شكل ٢٠٩

التلقيح Pollination

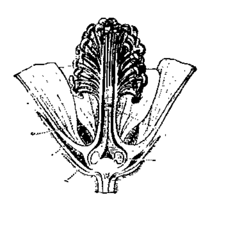
تزور الحشرات الأزهار منجذبة اليها بألوانها فتتغذى برحيقها وحبوب لقاحها وتحدث التلقيح الخلطى . ومما يزيد فى هذا التلقيح نضج الأسدية قبل الـكرابل

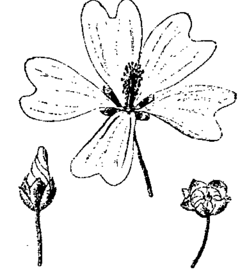
الثمرة Fruit

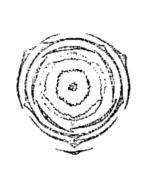
علبة أو منشقة

البزرة Seed

لا أندوسبرمية . جنينها مكون من فلقتين منطويتين وجذير وريشة وقصرة ملساء تحيط به ومغطاة بشعيرات تنمو منها وتساعد فى انتثار البزور كما فى القطن







شكل ٢٠٩

فوائد النباتات

القطن Gossypium

يزرع فى جميع أنحاء العالم لأخذ شعيراته التى تنسج منها الملابس القطنية وغيرها من الحاجيات الضرورية لبنى الانسان

التيل Hibiscus cannabinus

يزرع أيضا لأخذ ألياف سوقه لعمل الحبال والملابس التيلية

الباميا H. esculentus

تزرع لأخذ ثمارها لاستعمالها كخضر

القرقدان Abutilon

تؤخذ بتلات أزهاره ثم تجفف وتنقع ويشرب نقيعها محلى بالسكر

الخبازى Malva sylvestris

تزرع لأخذ أوراقها واستعمالها كخضر

وقد تزرع بعض النباتات فى الحدائق للزينة مثل الخطمية وأبى تيلون

العائلة الكتانية Linaceae

نباتات هذه العائلة أعشاب حولية تزرع لأهميتها الاقتصادية أو للزينة وقليلا ما تكون أشجاراً أو شجيرات

الورقة Leaf

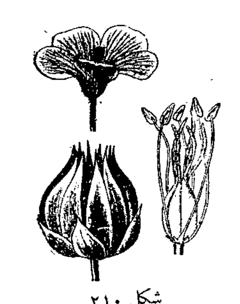
بسيطة ـ جالسة ـ عديمة الأذينات ـ تعريقها شبكى ونظامها على الساق بالتبادل

النورة Inflorescence

تكون النورة سيمية

الزهرة Flower

خنثى . منتظمة . سفلية . ذات أربع محيطات شكل ٢١٠



شكل ٢١٠

الكأس Calyx

تتركب من خمس سبلات سائبة ومتراكبة . و مستديمة تغطى الثمرة

التويج Corolla

يتركب من خمس بتلات سائبة ومتراكبة وتسقط بمجرد تفتح الزهرة

الطلع Androecium

يتركب من عشر أسدية فى محيطين . وقد تكون متحدة جميعها فى القاعدة والمحيط المقابل للكأس خصب والمقابل للتويج عقيم . وقد لا يكون إلا محيط واحد فى بعض الأزهار

المتاع Gynaeceum

يتركب من خمس كربلات متحدة المبايض فى المركز . وسائبة الأقلام والمياسم وقد ينشأ من وسط كل كربلة حاجز كاذب يقسم المسكن إلى قسمين

ولذلك يكون عدد المساكن ضعف عدد الكرابل . وفى كل مسكن بزرتين والوضع المشيمى قمى

القانون الزهرى للكتان كما يأتى :

⊞ ☿ ك ٥ ت ٥ ط ٥ + ٥ م (٥)

التلقيح Pollination

تتلقح أزهار هذه العائلة بالحشرات التى تجذبها بألوانها وتتغذى بحبوب اللقاح والرحيق الذى تفرزه الغدد الموجودة على التخت خارج الأنبوبة السدائية . وتنقله من زهرة إلى أخرى وبذلك يحدث التلقيح الخلطى . ويمكن أن تتلقح الأزهار تلقيحاً ذاتياً لأن المتك والمياسم تنضج فى وقت واحد

الثمرة Fruit

الثمار ـ علبة Copsule

البزرة Seed

تغطى بقصرة جلدية وإذا نديت بالماء أفرزت مادة غروية تساعد على امتصاص الماء وتثبت البزرة فى التربة . وتحيط بالجنين المستقيم المكون من فلقتين وريشة وجذير

فوائد النباتات

تزرع نباتات هذه العائلة من قديم الزمن لأهميتها الاقتصادية وأكفان قدماء المصريين خير دليل على قدمها

نبات الكتان Linum usitatissimum

يزرع خصيصاً لأخذ الألياف من سوقها أو أخذ البزور لاستخراج الزيت منها .

كتان الزهور Linum grandiflorum

وهو يزرع فى الحدائق للزينة

العائلة السذبية Rutaceae

نباتات هذه العائلة أشجار أو شجيرات شكل ٢١١ أو أعشاب معمرة شكل ٢١٢ أو حولية وتنبت فى المناطق الاستوائية والمعتدلة لا سيما جنوب أفريقيا واستراليا وهى تحتمل العطش



شكل ٢١١ — شكل ٢١٢ - نبات السذب.

الورقة Leaf

بسيطة أو مركبة عديمة الأذينات وذات عنق مجنح عند اتصاله بالنصل وهذا ما يثبت أن الورقة مركبة - يوجد بالورقة غدد كثيرة تفرز زيتا طيارا خاصا بهذه العائلة ويوجد فى آباط الأوراق أشواك هى أوراق البرعم المتحورة وترتيب الأوراق على الساق متبادل أو متقابل

النورة Inflorescenee

تكون النورة سيمية

الزهرة Flower

خنثى وقد تكون وحيدة الجنس . منتظمة أو وحيدة التناظر . سفلية ذات أربع محيطات . ويوجد على التخت قرص غدى أسفل المبيض

الكأس Calyx

يتركب الكأس من أربع أو خمس سبلات سائبة ومتراكبة أو مصراعية والسبلة الفردية خلفية

التويج Corolla

يتركب التويج من أربع أو خمس بتلات سائبة ومتراكبة

الطلع Androecium

يتركب من ثمان أو عشرة أسدية وفى النادر يكون أكثر من ذلك وفى الموالح تلتحم الأسدية فى حزم

والأسدية تكون فى دائرتين الخارجية متقابلة وحداتها مع البتلات وهذا النظام يقال له Obdiplostemonous والمتك ينفتح انفتاحا داخليا Introrse

المتاع Gynaeceum

يتركب من أربع أو خمس كرابل متحدة وضعها المشيمى مركزى وفى كل غرفة بيضة أو اثنتان

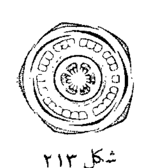
القانون الزهرى

⊞ ⚥ ك٥ ت٥ ط٥+٥ م (٥)

الرسم الزهرى كما فى شكل ٢١٣

التلقيح Pollination

تنضج المتوك قبل المياسم فيحصل التلقيح الخلطى بالحشرات التى تزور الأزهار لتتغذى برحيقها فتنقل حبوب اللقاح من زهرة إلى أخرى



شكل ٢١٣

الثمرة Fruit

الثمار إما أن تكون منشقة أو عنبة أو حسلة

البزرة Seed

البزرة هنا لا أندوسبرمية ذات قصرة رقيقة جلدية تحيط بالأجنة كما فى أنواع الموالح وكل جنين يتركب من فلقتين وريشة وجذير

فوائد النباتات

الموالح بانواعها تؤخذ منها الثمار لتؤكل طازجة أو تعمل مربات أو شرابا أو مخللات مثل النارنج Citrus aurantium والبرتقال C. sinensis والليمون الأضاليا C. limonia واليوسفى C. nobilis

وأما نبات السذب Ruta graveolens فزيته منبه وطارد للديدان

العائلة الوردية Rosaceae

نباتات هذه العائلة أشجار أو شجيرات أو أعشاب حولية أو معمرة تتكاثر تكاثرا خضريا بسوقها المدادة أو بالفسائل Suckers

الورقة Leaf

تكون بسيطة أو مركبة ذات أذينات مستديمة كما فى الورد أو متساقطة كما فى التفاح والكمثرى أو تكون عديمة الأذينات كما فى بعض نباتات الجنس اسبيريا

النورة Inflorescence

تختلف كثيراً فقد تكون محدودة أو غير محدودة وأما فى الورد والشليك فالزهرة فردية

الزهرة Flower

منتظمة . خنثى . سفلية . محيطية . أو علوية ذات أربع محيطات وقد تشتمل على محيط خامس يسمى تحت الكأس كما فى الشليك والبوتنتلا

الكأس Calyx

يتركب من خمس سبلات وفى النادر أربع متحدة من أسفل أو سائبة وقد يوجد تحت كأس كما فى الشليك

التويج Corolla

يتركب من خمس أو أربع بتلات سائبة ومتراكبة فى البرعم

الطلع Androecium

يتركب من عدد من الأسدية قدر عدد البتلات مرتين أو ثلاث أو أربع وقد تكون عديدة

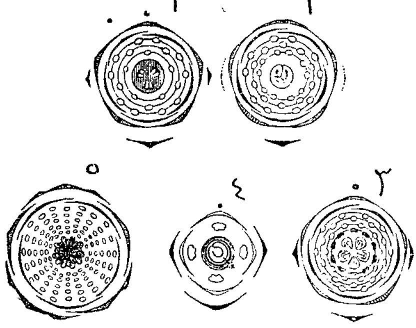
المتاع Gynaeceum

يتكون من كربلة واحدة أو خمس متحدة كما فى جنس التفاح أو عدة كرابل سائبة كما فى الشليك والورد .

القانون الزهرى لنبات الشليك كما يأتى :

⊞ ☿ ك٥ ت٥ ط∞ م∞

الرسم الزهرى شكل ٢١٤



شكل ٢١٤ - اشكال الرسم الزهرى فى العائلة الوردية
(١) المشمش (٢) المبيض ذو ثلاث كرابل متحدة (٣) اسبيريا
(٤) التويج والطلع يتركب كل منهما من ٤ ورقات (٥) الورد

التلقيح Pollination

قد يحدث فى هذه العائلة التلقيح الذاتى فى بعض أزهارها بالنسبة لعدم احتوائها

على رحيق وعدم وجود لون بها يجذب الحشرات . وفى بعض الأزهار توجد غدد بين الكرابل والأسدية فتزورها الحشرات لتتغذى بهذا الرحيق فتنقل حبوب اللقاح من زهرة إلى أخرى ويحدث التلقيح الخلطى . ومما يزيد الأمر وضوحا فى هذا التلقيح هو أن أسدية بعض الأزهار تنضج قبل متاعها

الثمرة Fruit

إما أن تكون حسلة أو تفاحية أو مجموعة فقيرات أو مجموعة جرابيات

البزرة Seed

تكون لاندوسبرمية وفى القليل النادر تكون اندوسبرمية وهى تشتمل على قصرة تحيط بالجنين المكون من فلقتين وريشة وجذير

ويمكن تقسيم هذه العائلة الى الأجناس الآتية :

١ — جنس اسبيريا The genus of spiraea

أزهاره ذات محيطات اربع وكل محيط يتركب من خمس وريقات والزهرة سفلية والثمرة جرابية

٢ — جنس التفاح The genus of pyrus

هذا الجنس يتميز بأن التخت يتحد بالمبيض شكل ٢١٥ ويتشحم ويصبح عصيريا ويؤكل والزهرة علوية خماسية الأجزاء والكرابل خمس متحدة والثمرة تفاحية Pome

٣ ـ جنس الورد The genus of rose

التخت فى هذا الجنس يتقعر ويأخذ شكل جرة Pitcher - like والمتاع يتركب من كربلة واحدة أو عدة كرابل سائبة وكل مبيض يشتمل على بويضة أو اثنتين والثمرة مجموعة فقيرات وفى

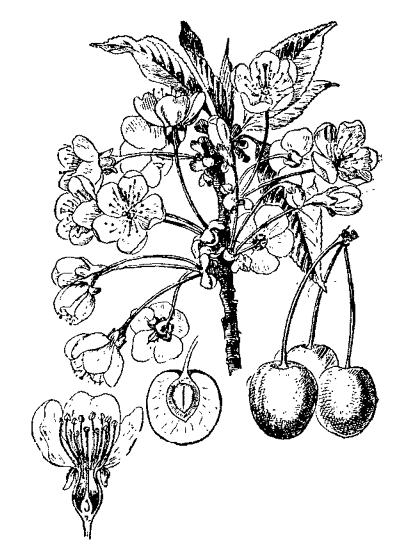
شكل ٢١٥

الشليك يظهر التخت مخروطيا ويحمل كرابل كثيرة سائبة كل منها يكون ثمرة فقيرة وعند نضج الثمار يصبح التخت شحمياً متضخما أحمر اللون ويؤكل مع مجموعة الفقيرات المنغرسة فيه ويحاط من أسفل بتخت الكأس المستديم

وأما فى نبات البوتنتلا Potentilla التخت متفلطح ويحمل الكرابل السائبة ويوجد للزهره أيضا تحت كأس

٤ — جنس المشمش The genus of Pruneae

يتميز هذا الجنس بأن المتاع ذو كربلة واحدة شكل ٢١٦ منغرسة فى التخت



شكل ٢١٦

المفلطح وهو يشتمل على أشجار الفاكهة مثل المشمش والبرقوق واللوز ويلاحظ فى ثمرة نبات اللوز Almond أن الغلاف الخارجى والوسطى عندما تجف الثمرة ينفصلان عن الغلاف الداخلى الخشبى الذى يحيط بالبزرة أو البزرتين والثمرة حسلة Drupe ويوجد صنف من اللوز والمشمش والبرقوق ذات بزور طعمها مر سام لاحتوائها على مادة الاجدالين المشتملة على حمض الايدروسيانيك فيجب عدم أكل هذه البزور بكثرة خشية التسمم

فوائد النباتات

تزرع نباتات هذه العائلة اما للزينة مثل الورد أو لثمارها التى تؤكل طازجة أو تعمل منها المربات والشراب مثل التفاح Pyrus malus والكمثرى Pyrus communis والمشمش Prunus armeniaca والبرقوق P. domestica واللوز prunus amydalus والخوخ prunus persica والشليك Fragaria

العائله البقلية Leguminosae

تمتاز نباتات هذه العائلة بمتاعها المكون من كربلة واحدة ذات الغرفة الواحدة والبزور المتراصة فى صف أو صفين على التدريز البطنى Ventral suture والثمرة بقلاء Legume تنفتح لدى التدريزين البطنى والظهرى . والأوراق فى الغالب مركبة . ذات أذينات لها انتفاخ عند قاعدة الورقة . أو الوريقة يسمى بلفينى Pulvini وهو موضع الحس فى الورقة وهى تلى العائلة المركبة فى كثرة أجناسها وأنواعها وانتشار نباتاتها . أما من الوجهة الغذائية الاقتصادية فإنها تلى العائلة النجيلية وهى تشتمل على تحت العائلات الآتية

(١) تحت العائلة الطلحية Mimosaceae

نباتاتها أشجار قائمة أو متسلقة وشجيرات

الورقة Leaf

تكون عادة مركبة تركيبا متضاعفا ذات أذينات متحورة إلى أشواك كما فى

السنط وذات أعناق وقد يتحور العنق إلى شكل ورقة للتمثيل

النورة Inflorescence

هامة . أوسنبلية كما فى جنس البروز وبس Prosopis

الزهرة Flower

سفلية . أو محيطية . خنثى ـ منتظمة . ذات أربع محيطات وكل محيط يشتمل على أربع وريقات أوخمس

الكأس Calyx

يتركب من أربع أو خمس سبلات متحدة ومصراعية فى حالة البرعم وفى بعض الأحيان يغيب محيط الكأس بالمرة

التويج Corolla

يتركب من أربع أو خمس بتلات سائبة ومصراعية فى حالة البرعم

الطلع Androecium

يتركب من عدة أسدية سائبة وقد يكون عددها قدر عدد البتلات أو ضعفها ولون الزهرة يؤخذ من لون أسديتها لأن التويج ذو بتلات صغيرة لا تفى بالغرض . وحبوب اللقاح عادة متحدة أربعا أربعا وقد تكون أكثر من ذلك

المتاع gynaeceum

تتكون من كربلة واحدة

القانون الزهرى

⊞ ⚥ ك٥ ت٥ ط∞ م$\underline{١}$

الرسم الزهرى شكل ٢١٧

التلقيح Pollination

خلطى بالحشرات التى تزور الأزهار لتتغذى بحبوب اللقاح

الثمرة Fruit

قرطة

شكل ٢١٧

البزرة Seed

لا أندوسبرمية ولها قصرة جلدية تغلف الجنين الكبير المستقيم المكون من فلقتين وريشة وجذير

فوائد النباتات

تزرع نباتاتها للزينة مثل الفتنة أو لأخشابها أو لأجل الروائح العطرية التى تؤخذ من أزهارها أو لأجل مواد الدباغة التى تؤخذ من ثمارها وقد تؤخذ المواد الصمغية من سوقها كما فى السنط

(٢) تحت العائلة البقمية Caesalpiniaceae

نباتاتها أشجار أو شجيرات شكل ٢١٨



شكل ٢١٨

الورقة Leaf

مركبة ريشية وقد تكون متضاعفة ذات أذينات قصيرة كما فى السنامكى Cassia angustifolia وقد تكون بسيطة كما فى البوهينيا Bauhinia

النورة Inflorescence

تكون عنقودية غالبا

الزهرة Flower

خنثى وحيدة التناظر ـ سفلية أو محيطية لها أربع محيطات كل محيط مركب غالبا من خمس وريقات .

الكأس Calyx

مركب من خمس سبلات ملتحمة أو سائبة متراكبة أو مصراعية فى البرعم

التويج Corolla

مركب من خمس بتلات متراكبة تراكبا تصاعديا Ascending imbricate وفى نبات السنامكى البتلة السفلى أكبر من العليا وفى نبات الكبافيرى Copaïfera لا يوجد للزهرة تويج

الطلع Androecium

يتركب من عشرة أسدية سائبة فى محيطين وفى السنامكى ثلاثة الأسدية العليا قصيرة وعقيمة وخيوط السبعة الأخرى منحنية والمتوك تنفتح بثقوب طرفية .

المتاع Gynaeceum

يتركب من كربلة واحدة وقد يوجد له حامل متاعي كما فى السنامكى القانون الزهرى كما يأتى :

·|· ⚥ ك٥ ت٥ ط٥+٥ م$\underline{1}$

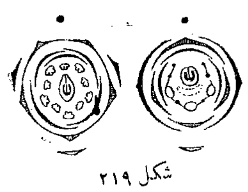
الرسم الزهرى شكل ٢١٩

التلقيح Pollination

خلطى بالحشرات .

الثمرة Fruit

قرطة . أو قرنة . وفى السنامكى الثمرة تكون مضغوطة والغلاف الثمرى Pericarp قد تتميز فيه ثلاث طبقات الخارجية exocarp لامعة والوسطية mesocarp غضة شحمية والداخلية endocarp متخشبة تحيط بالبزور كما فى الخروب والثمرة قد تكون ذات بزرة واحدة و تتفتح كما فى نبات الكبافيرى



شكل ٢١٩

البزرة Seed

لا أندوسبرمية ذات قصرة خشبية أو جلدية تحيط بالجنين المستقيم وفى نبات الكبافيرى يلاحظ أن البزرة تغطى من جانب واحد بمادة غضة تسمى بالأرلس Arillus

فوائد النباتات الشهيرة

يزرع كثير من نباتاتها فى الشوارع للظل كالبوهينيا Bauhinia والبوانسيانا Poinciana وقد تزرع نباتاتها لأخشابها المفيدة أو لاستخراج العقاقير الطبية من أوراقها أو للتغذى بثمارها كما فى الخروب Ceratonia Siliqua

وتستخرج من بعض أنواعها مادة الهيماتكسيلين كما فى جنس الـ Haematoxylon

(٣) تحت العائلة الفراشية Papilionaceae

نباتاتها أشجار أو شجيرات أو أعشاب حولية أو معمرة وقد تكون متسلقة كما فى الويستاريا Wistaria واللبلاب والفاصولياء والبازلاء

الورقة Leaf

وقد تكون بسيطة كما فى لسان الكلب Scorpiurus muricata أو السرسوع Dalbergia وقد تكون ذات ثلاث وريقات كما فى البرسيم والحلبة . ذات أذينات وقد تتساقط الوريقات ولا يبقى إلا العرق الوسطى يتحور طرفه

إلى شوكة كما فى القتاد وقد تتحور بعض الوريقات الطرفية إلى محاليق كما فى الفول والبازلاء والعدس

النورة Inflorescence

تكون النورة رسيمية تخرج من آباط الأوراق كما فى الفول والبازلاء وطرفيه كما فى الترمس والبرسيم

الزهرة Flower

خنثى . وحيدة التناظر . سفلية . ذات أربع محيطات

الكأس Calyx

يتركب من خمس سبلات . متحدة من أسفل ومستديمة حتى بعد تكون نضج الثمرة وقد يتحول إلى شكل مثانة ممتلئة بالهواء وتحيط بالثمرة لتساعد على انتشارها كما فى القتاد

التويج Corolla

يتركب من خمس بتلات متراكبة تراكبا تنازليا وتسمى بأسماء : الخلفية تسمى علما Standard والجانبيتان تسميان بالجناحين Wings 2 والأماميتان المتحدتان بالزورق Keels وقد يستديم التويج كما فى البرسيم والقتاد

الطلع Androecium

يتركب من عشرة أسدية خيوطها إما متحدة جميعها مكونة أنبوبة تحيط بالمتاع كما فى الترمس وجنس الأنونس وقد تكون هذه الأنبوبة مشقوقة شقا طوليا كما فى جنس الكروتلاريا Crotalaria

وإما متحدة تسع منها والسداة الخلفية سائبة كما فى الفول وإما سائبة الاسدية جميعها كما فى الميروزيلن Myroxylon

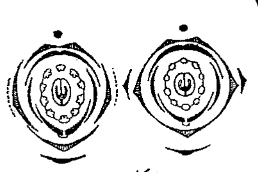
المتاع Gynaeceum

يتكون من كربلة واحدة ذات غرفة واحدة وطرف الميسم يميل إلى أعلى

القانون الزهرى للفول كما يأتى :

⚥ ↑ ك ٥ ت ٢+٢+١ ط ٩+١ م ١

الرسم الزهرى شكل ٢٢٠



شكلا ٢٢٠

التلقيح Pollination

خلطى بالحشرات الكبيرة

الثمرة Fruit

قرنة Legume مستقيمة أو مبططة ملساء أو ملتفة لولبية كما فى نوع الحلبة وقد تكون غير متفتحة كما فى نوع البرسيم والحندقوق Melilotus وقد تكون جناحية كما فى ثمرة أبو المكارم Machaerium tipa

البزرة Seed

لا أندوسبرمية ذات قشرة جلدية تحيط بالجنين الكبير المنحنى Curved embryo المكون من ريشة وفلقتين وجذير متشحمتين لاشتمالها على المادة الغذائية

فوائد نباتاتها : يؤخذ البلسم من نبات الميروزيلن Myroxylon ويؤخذ الزيت من بزور الفول السودانى Arachis hypogyaea مع العلم بأن زهرة الفول السودانى بعد التلقيح والاخصاب تخترق التربة وتنغمس الثمرة فيها وتنضج

وكلنا لا ينسى فوائد الفول البلدى للحيوان والانسان وكذلك العدس والبازلاء والفاصوليا التى تؤكل ثمارها خضراء وبعد جفافها

العائلة الخيمية Umbelliferae

نباتات هذه العائلة عشبية حولية شكل ٢٢١ أو معمرة لها سوق ذات سلاميات جوفاء وعقد كبيرة واضحة مصمتة تنتشر هذه النباتات فى آسيا وأواسط أميركا وشيلى واستراليا. ويوجد بجميع أعضائها قنوات الزيتية يقال لها Schizogenous Canal وبعض نباتاتها سامة



شكل ٢٢١

الورقة Leaf

مركبة وفى النادر تكون بسيطة كما فى نبات Bupleurum لها غمد يحيط بالساق عند العقد . ولها عنق . ونظامها على الساق تبادلى

النورة Inflorescence

تكون عادة طرفيه خيمية مركبة وقد تكون بسيطة والقنابات تحيط بالنورة وتعمل شكل قلافة Involucre وقد تكون النورة خالية من القلافات البتة

الزهرة Flower

الزهرة عادة بيضاء أو مخضرة أو صفراء ـ خنثى علوية متناظرة أو وحيدة التناظر وذات محيطات أربع وقد يكون محيط الكأس معدوما بالمرة والأزهار الخارجية قد تكون مذكرة أو عقيمة

الكأس Calyx

يتركب من خمس سبلات سائبة وقد تمثل بأسنان

التويج Corolla

يتركب من خمس بتلات سائبة مصراعية وقد تكون البتلات الخارجية فى الأزهار التى تحيط بالنورة أكبر من البتلات الداخلية

الطلع Androecium

يتركب من خمس أسدية سائبة منحنية فى البرعم ويتصل المتك بالخيط من قاعدته أو ظهره وهو يشتمل على غرفتين لقاحيتين

المتاع Gynaeceum

يتركب من كربلتين متحدتين ذات غرفتين كل غرفة يوجد بها بويضة واحدة ذات غلاف واحد والوضع المشيمى قمى . ويوجد قرص غدى فوق المبيض

القانون الزهرى كالآتى :

⊞ ⚥ ك ٥ ت ٥ ط ٥ م $\overline{(٢)}$

الرسم الزهرى شكل ٢٢٢

التلقيح Pollination

تزور الحشرات أزهار هذه العائلة لتتغذى برحيقها وتنقل حبوب اللقاح من زهرة الى أخرى فيحدث التلقيح الخلطى وفى أحوال قليلة يحدث التلقيح الذاتى

شكل ٢٢٢

الثمرة Fruit

ثمار هذه العائلة منشقة أى تنفصل الكربلتان عن

بعضهما من أسفل الى أعلى الى جزئين يقال لكل منهما ثميرة أو مريكارب Mericarp

وينمو من الحاجز الوسطى حامل كربلى Carpophore ينفصل منه عند نضج الثمرة ويتفرع الى فرعين يتعلق بطرف كل منهما ثميرة

وكل ثميرة لها خمسة أضلاع وهى ضلعان جانبيان وثلاثة على الجانب الظهرى للثميرة وفى بعض الأحيان توجد أربعة ضلوع ثانوية بين الضلوع الخمس الأولى : وتجرى فى الضلوع الخمس الحزم الوعائية من أسفل الى أعلى . وقد يوجد بين الضلوع الأولى نجوات furrows تحل محل الضلوع الثانوية وتمر فيها القنوات الزيتية من مبدأ الثمرة الى نهايتها

وشكل الضلوع الجانبية والوسطى وغياب أو وجود الضلوع الثانوية أو القنوات الزيتية تميز الأجناس بعضها من بعض

البزرة Seed

غلاف الثمرة يلتصق تماما بالقصرة التى تغلف الجنين الصغير المنغرس فى قمة الاندوسبرم

والاندوسبرم يستعمل كذلك فى تمييز الأجناس بعضها من بعض كما يأتى :

١ ــ فالبزور ذات الاندوسبرم المنبسط أو المحدب قليلا من سطحه البطنى توجد فى النباتات الآتيه . الينسون Pimpinella anisum والكراوية Carum carvi والفينوكيا Foeniculum graveolens والجزر Daucus والبريولا Berula وهو نبات مائى

٢ ــ الاندوسبرم قد تتخلله نجوة طولية من الجهة البطنيه كما فى نبات Conium maculatum

٣ ــ وقد يكون الأندوسبرم مجوف من الجهة البطنية أيضا كما فى الكذبرة Coriandrum sativum

فوائد النباتات

ونباتات هذه العائلة بعضها يزرع فى الحدائق للزينة وبعضها لأخذ ثماره مثل الكراوية والينسون والكمون Cuminum cyminum وبعضها لأخذ جذوره كما فى الجذر وأما الكرفس Apium graveolens والشبت Anethum graveolens

فتؤخذ أوراقهما وتستعمل كخضار وبعضها يوجد بين المحاصيل كحشائش غريبة . مثل الخلة مع أنها تعطى ثمارا تستعمل فى أمراض الكلى وتنظيفها من الحصى والحلتيت (أبو كبير) Ferula يستخرج من جذره بعض المواد الراتنجية الطبية

العائلة القرعية Cucurbitaceae

نباتات هذه العائلة حولية أو معمرة أو شجيرات متسلقة بمحاليقها المتحورة إما عن أوراق أو قنابات وسوقها جارية وتغطى أعضاؤها الخضرية عادة بشعيرات وقد تتضخم جذورها مثل جذر اللعبة المرة Bryonia cretica

ومن تشريح نباتاتها يعرف أن الحزم فى دائرتين وكل حزمة مفتوحة ذات الجانبين وعناصر الخشب واللحاء واسعة الفجوات وهذه الصفة تضمها إلى النباتات المتسلقة .

ونباتاتها أحادية أو ثنائية المنزل

الورقة Leaf

الورقة بسيطة راحية ذات فصوص غائرة . عديمة الأذينات ، ذات عنق ، تعريقها شبكى ، وقد تتحور الأوراق إلى شكل محاليق كما فى الخيار

الزهرة Flower

فردية إبطية ، وحيدة الجنس ، منتظمة ، المؤنثة سفلية ويوجد بها آثار للاسدية وأما الزهرة المذكرة فيوجد لها خمس أسدية أربع منها فى حزمتين أى كل اثنتين فى حزمة وأما الخامسة ففردية ويوجد فى مركز الزهرة غدة تمثل المتاع

الكأس Calyx

يتركب من خمس سبلات ملتحمة من أسفل

التويج Corolla

يتركب من خمس بتلات ملتحمة من أسفل

الطلع Androecium

فى الزهرة المذكرة يتركب الطلع من خمس أسدية

المتاع Gynaeceum

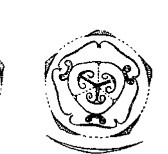
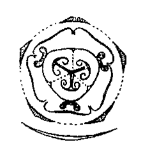
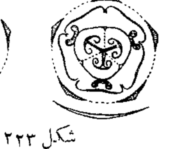
يتركب متاع الزهرة المؤنثة من ٣ - ٤ كرابل متحدة ذات مسكن واحد وتنمو المشيمة فى المبدأ إلى الداخل فتفصل الغرفة إلى مساكن قدر عدد الكرابل فيخيل للمرء أن الوضع المشيمى مركزى مع أنه جدارى

القانون الزهرى للعائلة

⊞ ♂ ك(٥) ت(٥) ط٢+٢+١

⊞ ♀ ك(٥) ت(٥) م(٣-٤)

الرسم الزهرى شكل ٢٢٣

شكل ٢٢٣

التلقيح Pollination

التلقيح خلطى بالحشرات التى تزور الأزهار من أجل رحيقها

الثمار Fruit

الثمرة لبية وقد يتخشب الغلاف الخارجى منها كما فى الحنظل والبطيخ وقد يكون غشائى رقيق كما فى اللعبة المرة Bryonia cretica وقد تنفتح الثمرة إلى مصاريع كما فى ثمرة المموردبكا بلسمينا Momordica balsamina

البزرة Seed

البزرة لاأندوسبرمية لها قصرة جلدية تغطى الجنين المكون من فلقتين كبيرتين وريشة صغيرة وجذير

فوائد نباتاتها

تزرع نباتات هذه العائلة لأجل ثمارها فالبطيخ Citrullus vulgaris والشمام Cicumis dudaim والخيار Cicumis sativus والقاوون Cicumis melo وغيرها لها ثمار لبية حلوة المزاق تؤكل كحلوى فى أوقات الصيف

واللوف Luffa cylindrica نبات متسلق ينتج ثماراً تستعمل بعد نضجها فى الحموم

والحنظل Citrullus colocynthis نبات ينمو فى الصحراء ويعطى ثمارا بحجم البرتقالة صفراء اللون ذات لب مر مقىء وهو قاتل للعتة

والقرع Cucurbita pepo تستعمل ثماره كخضار

وقد يزرع بعضها فى الحدائق للزينة مثل موموردىكا بلسمينا وهو نبات متسلق يعطى ثمارا حمراء بعد النضج تنفتح انفتاحا مصراعيا

العائلة المركبة Compositae

نباتات هذه العائلة منتشرة فى جميع أنحاء العالم وتضم ما يقرب من عشر النباتات الزهرية . والنباتات أعشاب حولية أو معمرة وقد تكون شجيرات وأشجار فى المناطق الحارة . وقد توجد ببعض النباتات أوعية لبنية . وتتكاثر النباتات بالريزومات والدرنات والسوق الجارية علاوة على تكاثرها بالبزور

الورقة Leaf

الورقة بسيطة عديمة الأذينات — ذات عنق — تعريقها شبكى وقد يكون متواز — النصل مفصص — لها أغماد تحيط بالساق كما فى الجعضيض ونظامها على الساق بالتبادل وقد تتحور الورقة إلى حراشيف أو شوكة أو يغطى النصل بأشواك كما فى النباتات الصحراوية .

النورة Inflorescence

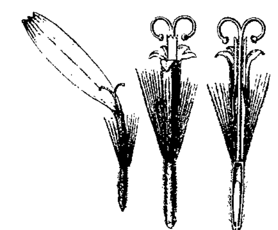
النورة هامة Capitulum أزهارها عادة على نوعين المركزية منها أنبوبية وخنثى عادة وتسمى أزهاراً قرصّية Disc flowers وأما الخارجية اما انثى أو عقيمة وبتلاتها تشبه اللسان وتسمى أزهاراً شعاعية Ray flowers وقد تكون النورة جميعها مكونة من أزهار أنبوبية أو كلها أزهار شعاعية

وتغلف النورة من الخارج بقلافة Involucre مكونة من أوراق خضراء

صغيرة قد تتحول إلى أشواك كما فى نوع السنتوريا . وكل زهره تخرج من إبط قنابة Bract

الزهرة Flower

الزهرة عادة علوية شكل ٢٢٤ والقرصية خنثى منتظمة والشعاعية أنثى أو عقيمة وحيدة التناظر ذات ألوان مختلفة جذابة وقد تكون الزهرة وحيدة الجنس فى الشبيط Xanthium مثلا والأمبروزيا Ambrosia تكون الأزهار المؤنثة فى نورة والأزهار المذكرة فى نورة أخرى على نفس النبات .



شكل ٢٢٤ — زهرة شعاعية وزهرة قرصية وقطاع طولى فيها

وأما فى نورة الأقوحان Calendula فالأزهار المذكرة تشغل مركزها وتحيط بها الأزهار المؤنثة .

الكأس Calyx

الكأس فى أزهار هذه العائلة مختزل إلى أسنان أو إلى شعيرات أو أشواك تساعد فى انتثار الثمار من مكان لآخر بالرياح وغيرها من العوامل

التويج Corolla

يتركب التويج فى الأزهار القرصية من خمس بتلات متحدة فى شكل أنبوبة ومصراعية فى البرعم وأما فى الأزهار الشعاعية فهو شريطى ذو أسنان تدل على عدد الكرابل ففى القطيفة يوجد ثلاث أسنان فى الشفة السفلى تدل على أنها مركبة من ثلاث بتلات أما الشفة العليا فتنمو نمواً ضعيفاً أو تكون معدومة بالمرة كما فى الأقوحان .

الطلع Androecium

يتركب من خمس أسدية متصلة بالبتلات Epipetalous ومتحدة المتوك وسائبة الخيوط .

المتاع Gynaeceum

يتركب من كربلتين متحدتين صانعتين غرفة واحدة بها بويضة واحدة مستقيمة والوضع المشيمى قاعدى والتخت يتحد بجدار المبيض يعلوه قرص غدى يحيط بالقلم والقلم متفرع الى فرعين والميسمان يميلان الى أسفل وقد يلتحم الميسمان الى النهاية كما فى الخرشوف .

القانون الزهرى لزهرة قرصية كما يأتى

⊕ ☿ ك∞ ت(٥) ط(٥) م (٢)

الرسم الزهرى كما فى شكل ٢٢٥

التلقيح Pollination

تتلقح الأزهار تلقيحاً خلطياً بالحشرات التى تزورها لاجل رحيقها وقد يحدث التلقيح الذاتى بالنسبة لتركيب المياسم والمتوك .

شكل ٢٢٥

الثمرة Fruit

ثمرة جافة غير متفتحة من نوع السبسلاء Cypsela وقد تغطى قمتها بشعيرات تساعد فى انتشارها بالرياح .

البزرة Seed

البزرة عديمة الاندوسبرم — ذات قصرة جلدية تحيط بالجنين الزيتى ذى الريشة والجذير والفلقتين .

فوائد النباتات :

تزرع نباتات هذه العائلة فى الحدائق للزينة مثل التيثونيا Tithonia والداليا Dahlia والزينيا Zinnia والسنيراريا Cineraria والاراولا Chrysarthemum

وقد يؤخذ من ثمارها الزيت مثل الخس والانيولين من جذور الداندليون والخرشوف Cinara scolymus توخذ منه النورة لاستعمالها كخضار .

والشيح Artemisia يؤخذ منه البابونج ذو الفوائد الطبية الكثيرة فهو طارد للديدان

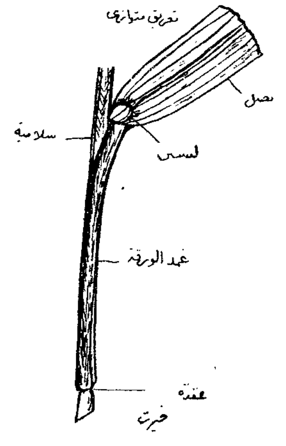
والقرطم Carthamus tinctorius يزرع لاجل ثماره التى يؤخذ منها الزيت الحلو وكذلك تويج الأزهار يستخرج منه مادة ملونة تسمى بالعصفر يستعمل فى التلوين .

العائلة النجيلية Gramineae

نباتات هذه العائلة أعشاب حولية أو معمرة لها سوق اسطوانية ذات سلاميات جوفاء ماخلا الذرة والقصب فإن سلامياتها صماء والعقد ثخينة صماء

الورقة Leaf

الورقة بسيطة جالسة تعريقها متواز شكل ٢٢٦ لها غمد تحيط بالعقد وعند



شكل ٢٢٦

إتصاله بالنصل يوجد لسين وهو غشاء شفاف وكذلك توجد زائدتان على جانبى اللسين يمكن أن تميز بها النباتات بعضها من بعض — ونظام الأوراق على الساق بالتبادل

النورة Inflorescence

النورة سنبلة مركبة كما فى القمح والشعير أو رسيمية مركبة كما فى الشوفان والسنبلة البسيطة شكل ٢٢٧ تكون عادة محوطة بقنبعتين Two Glumes وتحمل زهرة واحدة كما فى الارز والغاب أو زهرتين كما فى الذرة أو اكثر كما فى القمح — وكل زهرة تخرج من إبط قناية تسمى بالعصافة الأماميـة Palea Inferior ويكون لها سفا Awn ويوجد على قمع الزهرة عصافة خلفية Palea Superior وتعتبر العصافتان غلافا خارجيا للزهرة

شكل ٢٢٧
السنبلة البسيطة
لاحظ تركيبها

الزهرة Flower

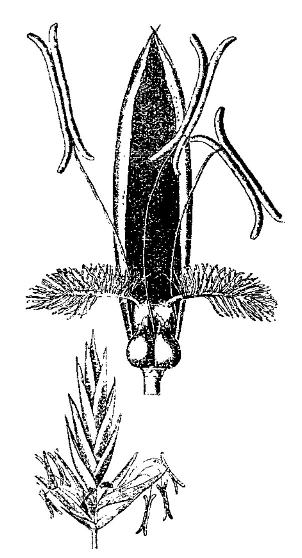
الزهرة سفلية . منتظمة . خنثى شكل ٢٢٨ . وقد تكون وحيدة الجنس كما فى نبات الكاركس Carex وتغلف كل زهرة بالعصافتين الأمامية والخلفية وتعتبران بالغلاف الخارجى للزهرة وأما غلافها الداخلى فيمثل بالفليسات Lodicules التى تختلف عددها باختلاف النباتات ففى القمح مثلا يوجد فليسان وفى الأرز والغاب يوجد ثلاثة .

الطلع Androecium

يتكون الطلع من ثلاث أسدية وقد يكون ست أسدية كما فى الأرز والغاب. والمتوك متحركة

المتاع Gynaeceum

يتركب المتاع من كربلة أو أكثر ففى القمح توجد كربلتان لهما قلمان وميسمان ريشيان ولا تنمو إلا كربلة واحدة ذات غرفة واحدة وبويضة واحدة وضعها المشيمى قمى



شكل ٢٢٨ ـ سنبلة القمح البسيطة وزهرتها

القانون الزهرى للقمح كما يأتى

⊞ ⚥ غل٢ + ٢ طـ٣ م(٢)

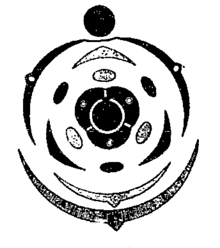
الرسم الزهرى لزهرة القمح شكل ٢٢٩ ولبعض النجيليات الاخرى شكل ٢٣٠

التلقيح Pollination

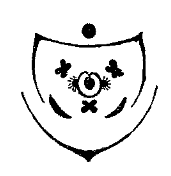
نظام إتصال الخيوط بالمتوك وكذلك شكل المياسم يشير إلى أن التلقيح هوائى وقد يحدث التلقيح الذاتى فى الأزهار التى لا تنفتح إلا بعد التلقيح والاخصاب

الثمرة Fruit

الثمرة برة Caryopsis وقد تكون مغلفة بالقنابع كما فى الشعير والأرز أو



شكل ١٣٠



شكل ١٢٩

تكون عارية كما فى القمح والذره ويلاحظ على قمة ثمرة القمح من الخارج آثار القلم وكذلك على أحد وجهيها تجويف يقابله عند القاعدة فجوة موضع الجنين .

البزرة Seed

يلاحظ فى القطاع الطولى للثمرة الذى يمر بموضع الجنين أن الغلاف الثمرى والقصرة متحدان تماما ويحيطان بالطبقات الآتية :

١ — طبقة الأليرون وهى ذات خلايا مربعة تقريبا فى القطاع السابق ممتلئة بحبوب الأليرون

٢ — تلى هذه الطبقة من الداخل نسيج بارنشيمى ممتلىء بمادة النشا الدقيق

٣ — الجنين أسفل الفجوة ويتركب من فلقة وريشة وجذير

فوائد النباتات :

نباتات هذه العائلة لها الميزة الاقتصادية الغذائية الأولى إذ تشتمل على القمح Triticum sp. بأنواعه والشعير Hordeum والذرة Zea maize والأرز Oryza sativa التى لا يمكن لأى مخلوق حى من إنسان وحيوان أن يستغنى عنها والغاب Bambusa مهم أيضا لأنه يدخل فى عمل السلات وبعض الحاجات الأخرى .

وبعض المراعى اللازمة للحيوان كالجراوة وغيرها تابع لهذه العائلة

العائلة الزنبقية Liliaceae

نباتات هذه العائلة أعشاب معمرة أو حولية وقد تكون متسلقة مثل نبات السملاكس Smilax إذ ينمو من قاعدة عنق الورقة زوائد تشبه المحاليق ـ وقد يتحور سوق بعض النباتات إلى أوراق مثل السفندر Ruscus والهليون Asparagus لتأدية عملية التمثيل لأن أوراقها العادية تحورت إلى حراشيف عديمة المادة الخضراء وتتكاثر نباتاتها بالبزور أو تكاثرا خضريا بالريزومات أو البصلات أو الكورمات وجذورها شادة كما فى نبات البنكراشيوم Pancratium والدراسينا Dracaena والصبار Aloe تعمر طويلا ويحدث لسوقها نمو ثانوى وقد سبق ذكر ذلك فى باب التشريح

الورقة Leaf

الورقة بسيطة أنبوبية كما فى البصل أو شريطية كما فى الثوم والسلا Scilla وحرشوفية كما فى الهليون والسفندر وحرشوفية غضة ثخينة كما فى قواعد أوراق البصل وقد يصبح طرف الورقة حاداً شوكيا كما فى الصبار ـ وتعريق الأوراق متواز وقد يكون شبكيا كما فى السملاكس Smilax ونظام الأوراق على الساق بالتبادل ـ ولها أغماد تحيط بالعقد

النورة Inflorescence

النورة غير محدودة رسيمية كما فى نبات الموسكارى Muscari أو محدودة شبيهة بالهامة كما فى نورة البصل .

الزهرة Flower

الزهرة خنثى كما فى البصل وحيدة الجنس كما فى الهليون وهو وحيد المسكن أو سفلية ومنتظمة ، ذات أربع محيطات

الكأس Calyx

تتركب الكأس من ثلاث سبلات سائبة

التويج Corolla

يتركب من ثلاث بتلات سائبة

الطلع Androecium

يتركب من ست أسدية فى محيطين

المتاع Gynaeceum

يتركب من ثلاث كرابل متحدة فى مركز المبيض صانعة ثلاث غرف وكل غرفة فى المقطع العرضى تشتمل على بويضتين

القانون الزهرى

⊞ ⚥ غلـ ٣+٣ أو (٣+٣) ط ٣+٣ م (٣)

الرسم الزهرى كما فى شكل ٢٣١

شكل ٢٣١

التلقيح Pollination

تتلقح الأزهار تلقيحا خلطيا بالحشرات التى تزورها

الثمرة Fruit

الثمرة علبة تنفتح انفتاحا حاجزيا أو مسكنيا وقد تكون عنبة مثل ثمرة الهليون

البزرة Seed

البزرة أندوسبرمية ذات قصرة سوداء اللون عادة تحيط بالأندوسبرم القرنى أو النشوى الذى يحيط بالجنين والأخير مكون من فلقة أنبوبية تحيط بالريشة وجذير طرفه يتجه نحو السرة

فوائد النباتات

تزرع نباتات هذه العائلة فى الحدائق للزينة لأن أزهارها ذات رائحة ذكية وذات ألوان زاهية جميلة

وكذلك تزرع ليؤخذ منها البصلات والأوراق لاستعمالها كخضار كما فى البصل Allium sepa والثوم Allium sativum والكرات Allium porrum وريزوم الهليون يؤخذ ليتغذى به الانسان

الباب السادس

التكاثر Reproduction

لاحظنا فى الأبواب السابقة أن النباتات على اختلاف أنواعها تتوالد وتتكاثر لتحفظ نسلها فالنباتات الدنيئة مثل النباتات الفطرية والطحلبية تتكاثر تكاثرا تزاوجيا باتحاد الجميطات المذكرة بالجميطات المؤنثة فينشأ الزيجوت الذى يعطى الجنين وهو ينمو بدوره ويكون نباتا من جديد أو تتكاثر تكاثراً لا تزاوجى بالجراثيم أو تتكاثر تكاثرا خضريا بأى جزء منها

وأما النباتات الحزازية والسرخسية فتتكاثر بنفس الطرق السابقة إلا أنه يظهر فيها تبادل الطورين الجاميطى والجرثومى وكذلك تظهر أعضاء التذكير Antheridia والأركيجونيا Archegonia التى تميزها عن النباتات الدنيئة الأخرى

وبعد ذلك جاءت النباتات البزرية وظهر الجنين المكون من الفلقات والريشة والجذير وكل منها له وظيفة خاصة سبق شرحها فى باب البزور وإنباتها والآن نقتصر على تكاثر النباتات الزهرية

تتكاثر النباتات الراقية الزهرية بطريقتين وهما :

(١) التكاثر بالبزور

(٢) التكاثر الخضرى

التكاثر بالبزور Seeds reproduction

هذه هى الطريقة الشائعة فى زراعة المحاصيل الزراعية كالفول والبازلاء والترمس والحلبة والشعير والقمح والذرة وغيرها من الحشائش والغلات الزراعية الحولية .

وزراعة هذه المحاصيل لها طرق كثيرة أسهلها وأشيعها فى صعيد مصر الزراعة على اللمعة وهى بعد أن تنحسر المياه من فوق الأرض تبزر البزور وتغطى باللوح

ثم تترك لمدة تختلف باختلاف النباتات وفى نهايتها تظهر على المحاصيل دلائل الاستواء والنضج وتجمع النباتات جميعها مع ثمارها وبزورها .

والتكاثر بالبزور لا يخلو من عيب لأن السلالة قد لا تمضى عليها مدة كبيرة حتى يعتورها الزلل وتتلاشى إذ لم يحافظ عليها خصوصا فى النباتات التى تتلقح تلقيحا خلطيا . لأن البزور نتيجة اتحاد النواة المذكرة بالنواة المؤنثة وفى هذا الوقت تقوم الكروموسومات بواجبها من نقل صفات الأب والأم ومزجها ببعضها مزجا تاما وتكوين كائن حى جديد فيه صفات الأم والأب .

التكاثر الخضرى Vegetative reproduction

النباتات الراقية إما حولية أو معمرة والأخيرة إما أن تكون أشجارا أو شجيرات أو أعشابا

فالنباتات العشبية الحولية تعتمد فى حياتها على البزور فقط ولكن المعمرة لها طريقتان فى تكاثرها الاولى بالبزور والثانية التكاثر الخضرى

والتكاثر الخضرى إما أن يكون طبعيا وإما أن يكون صناعيا

والطبعى يظهر جليا فى النباتات ذات الدرنات أو البصلات أو الكورمات أو الريزومات التى عند نضج بزورها تجمع وتتلاشى أعضاؤها الخضرية المعرضة للهواء لعدم ملاءمة الجو لها وأما الاجزاء المدفونة تحت الثرى فتبقى بعيدة عن خطرات الجو إلى حلول فصل النمو الثانى فتنمو وتتجدد وهكذا كل عام

وإذا أريد زراعة محاصيل بالدرنات كالبطاطس مثلا فتؤخذ هذه الدرنات وتقسم إلى أجزاء يحتوى كل منها على برعم أو أكثر ثم تزرع فى تربة مجهزة وبعد مدة يظهر المجموع الخضرى على سطح الأرض والريزومات تجرى تحت الثرى وتنتفخ أطرافها لتكون الدرنات

وكذلك الحال مع السوق المدادة مثل الشليك فانه يؤخذ جزء من ريزومه يحتوى على برعم أو براعم كثيرة ثم يزرع فى الأرض الملائمة فلا تلبث البراعم طويلا أن تعطى السوق الجارية على سطح الأرض ذات سلاميات طويلة فتبعد

البراعم عن الأصل فتهيأ لها الظروف المناسبة من الغذاء وغيره فتعطى سوقا هوائية تحمل الأزهار والثمار وجذورا عرضية تنغمس فى الأرض.

وعند تكاثر الفجل واللفت والجزر لنحصل منها على البزور تؤخذ الجذور مع السوق بعد قطع الأوراق وتزرع فى موضع غير موضعها الأصلى ثم توالى بالخدمة والرى بانتظام فتنمو إلى أفرع هوائية تحمل الثمار .

وبعض النباتات مثل البيجونيا تتكاثر بالأوراق إذ توضع أوراقها بعد جرحها على تربة منداة فيهيج الجرح الأنسجة أسفله فيتكون منها أنسجة إنشائية تولد الجذور التى تضرب فى الأرض وتمتص الغذاء منها وتنمو البراعم العرضية إلى أفرع هوائية .

وفى النخيل والموز تظهر بجانب الأم فسائل صغيرة نمت من الريزوم الأرضى فاذا أخذت هذه الفسائل وزرعت فى تربة لائقة فانها لا تلبث طويلا أن تعطى نباتا كالأم .

وأشجار العنب والرمان والتين والورد النسر يمكن تكاثرها بطريقة غير ما سبق إذ تؤخذ أفرع حديثة عمرها سنة تقريبا ناضجة الخشب ثم تقسم إلى عقل يبلغ طول الواحدة منها عشرين سنتيمترا ثم تزرع فى الأرض بحيث تكون البراعم متجهة إلى أعلى ثم توالى بالرى والخدمة فتنمو وتكون نباتات .

وقد تتكاثر الأشجار والشجيرات بطريقة أخرى مثل الترقيد الأرضى أو الهوائى ونقتصر هنا على شرح الترقيد الأرضى وهو أن تنتخب أفرع قريبة من الأرض ثم يحز جزء منها لنزع القلف ثم يغطى هذا الجزء بالثرى ويثقل بحجر مثلا ويترك .

ونزع القلف معناه نزع اللحاء فيمتنع نزول العصارة المجهزة من الجو بالأوراق الخضراء إلى الساق الأصلية وتخزن فى الفرع وأما العصارة الأرضية فلا يعوقها أى عائق فى الصعود إلى هذا الفرع لأن عناصر الخشب المختصة بصعود العصارة لم تمس بسوء ولذلك تخزن الأغذية فى الفرع ويزيد فى نشاطه ونموه وزيادة على ذلك الجرح يهيج الأنسجة أسفله فتتولد منها أنسجة انشائية تعطى جذورا عرضية

تضرب فى الأرض وتمتص منها الماء ويتفرع الفرع إلى أفرع جديدة وبعد مدة يفصل من الأم ويبقى هكذا مدة أخرى ثم ينقل إلى مكانه المستديم .

التكاثر بالتطعيم

النبات المراد تطعيمه على أصل يسمى عادة بالطعم والتطعيم هو اتصال جزء من نبات (طعم) بنبات آخر (أصل) من نفس العائلة والجنس والنوع حتى يتشابه التركيب الداخلى للنباتات تمام المشابهة وفى الوقت المناسب تلتحم أنسجة الطعم بأنسجة الأصل وينمو منها فرع يشابه الطعم فى كل الوجوه وتجرى عملية التطعيم فى النباتات لأسباب كثيرة منها .

١ — تتبع طريقة التطعيم فى النباتات التى لاتحافظ على نوعها إذا تكاثرت بالبزور

٢ — كذلك تتبع هذه الطريقة فى النباتات التى لا يسهل تكاثرها بالعقل والترقيد

٣ — وفى النباتات التى تصاب جذوعها بأمراض فطرية أو أعراض فسيولوجية لملامستها للتربة الرطبة

٤ — ولتغيير أصناف رديئة بأصناف جيدة كما يتبع فى تكاثر المنجة البلدى التى يطعم عليها أصناف جيدة مثل الفونس وأبو سنارة والزبدة

٥ — إذا كانت الأرض غير موافقة لزراعة الطعم وصالحة لزراعة الاصل

وأهم طرق التطعيم الآتى :

(١) التطعيم بالبرعم أو العين

هو أخذ برعم من نوع جيد يراد تكثيره ورشقه فى أصل بعد عمل حرف (T) فى قلفه ثم يربط عليه جيدا برباط المت (الرفية) وتتبع هذه الطريقة عادة وقت جريان العصارة ويمكن اتباعها فى كل النباتات خصوصا المستديمة الخضر

(٢) التطعيم باللصق

ويحصل بجرح الأصل وفرع النبات المراد تكاثره وهو على أمه بمعنى أن يكون سطح الجرح مكشوطا كشطا مستويا فى كلا الأصل والطعم ويجب أن يكون الكشط فيهما بطول واحد وغلظ متساو تقريبا حتى يمكن انطباق الخشب واللحاء والكامبيوم فى كل منهما على الآخر ثم يعصب حولها برباط المت وتطلى بشمع

التطعيم ويحسن لف المت برباط من القماش مطلى بالشمع زيادة فى الحفظ ومنعا للتبخير ويترك النبات هكذا حتى تظهر عليه علامات النجاح بتورم محل الجرح وبعد نجاح هذه العملية يقطع الأصل فوق محل الطعم ويقطع النبات المطعم أسفل محل الطعم .

(٣) التطعيم بالقلم

ويحصل وقت سكون العصارة فى الأصل والطعم ويستحسن إجراء هذه العملية قبيل جريان العصارة فى الأصل حتى يساعد ذلك فى نجاحها .

وهو إما أن يكون جانبى أو رأسى

فالتطعيم الجانبى إما أن يكون بقلم طرفى أو بقلم عادى تبرى قاعدته كبرية القلم البسط ويعمل حرف (T) فى قلف الأصل ويثبت القلم تحت القلف ويربط عليها بالمت وتترك حتى تظهر عليها علامات النجاح ثم يفك المت . وهذا النوع من التطعيم يشبه التطعيم بالبرعم إلا أنه أسرع وأقوى منه فى النمو وتصلح للأنواع الكثيرة الشوك والمضلعة الفروع التى لا يمكن الحصول منها على براعم كثيرة .

والتطعيم الرأسى يحصل وقت سكون العصارة تماما وأنواعه هى التطعيم الوتدى والسرجى والجانبى وتجرى هذه العملية بقطع الأصل إلى ١٠ أو إلى ٢٠ سنتيمترا وشقه بسكين ورشق القلم السابق عمله وتغطى بمادة تمنع تبخر الماء منه ويترك هكذا إلى أن ينمو و يكون نباتا جديدا .

الخطأ والصواب

ص	س	خطأ	صواب	ص	س	خطأ	صواب
٧	٤	يأحد	بأحد	١٠٥	٦	اللوف	القرع
٧	تحت شكل ٦	بزر	بزرة	١١٦	١٢	Inticlinal	Anticlinal
٧	»	تمر	ثمرة	١٤٠	٥	برسيفال	برسيفال
٩	١	جزأها	جزءها	١٤٣	١	المحاميل	المحاليل
				١٤٣	٢١	المحلوك	المحلول
١٢	اسفل ش ١١	الزانسيكيليا	الزانيكيليا	١٤٥	١٥	الاماء	الأدماء
١٣	٢٠	وينموالجذير	—	١٤٧	١٩	Diffustim	Diffusion
١٤		متعمقا		١٥٥	١٣	بيلوبس	بيلوبلس
	١٦	ضروى	ضرورى	١٨٧	١٧	Pilobus	Pilobolus
١٥	١٧	مد	مدة	١٩٠	١٩	العضويه	الأزوتية
١٥	١٨	(شكل د،ه)	شكل ١ (د،ه)	١٩٦	٧	بأشوال	بأشواك
١٨	١	الجذر	الجدر	١٩٦	٨	الأشوال	الأشواك
٣٠	اسفل ش ٢٣	واعطت محلاق	اعطت محلاقا	١٩٨	٣	(٥)	٤
٤٠	٧	وينموان	وينموا	١٩٨	٢	العلامة	العلاقة
٤٩	٢	شكل ٤٦	شكل ٤٧	٢٠٣	١	الماصى	الماص
٦٤	١	حالته	حالة	٢٠٤	٦	من	و
٦٥	٤	نوايات	نويات	٢١٦	٦	cwscuta	Cuscuta
٦٨	١	النوايات	النويات	٢٢٠	١٢	(٤)	٤
٨٠	١٤	Draceana	Dracaena	٢٢١	٣	(٥)	٥
٨٠	١٥	Roundary	Boundary	٢٤٥		شكل ١٥٤	شكل ١٥٣
٨٤	١٩	Vellamen	Velamen	٢٤٩	١	النبات	النباتات
٨٥	١٦	والخلايا	أولا — والخلايا	٢٥٤	اسفل ش ١٥٩	البروونيما	البروتونيما
٨٧	٩	Mssembry anthemum	Mesemb rianthemum	٢٦٤	١٣	مضاعفا	مضفوفاً
٨٧	١٣	جذر	جدر	٢٧٩	٦	لقاميه	لقاحية
٩١	١٠	Vellamen	Velamen	٢٩٧	٩	Dilphinium	Delphinium
٩٣	٧	التربة	التربة	٢٨٨	١٤	العلية	العلبة
١٠١	اسفل ش ٨٠	اللوف	القرع	٣٣٥	٢	♀	♀

فهرس